

TUGAS AKHIR
LAPORAN TUGAS AKHIR
STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI
KABUPATEN SLEMAN, YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



ZIDNI PUTERI HIDAYATI

19513002

PROGAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI
KABUPATEN SLEMAN, YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (SI) Teknik Lingkungan

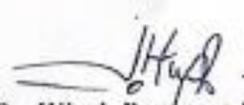


ZIDNI PUTERI HIDAYATI

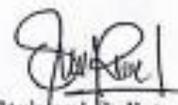
19513002

Disetujui,

Dosen pembimbing:


Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng
NIK. 095130404

Tanggal: 17/10 '23.


Elita Nurfitriyani Sulistvo, S.T., M.Sc
NIK. 185130402

Tanggal: 18/10 '23



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Any Juliani, S.T., M.Sc., (Res.Eng.), Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal: 29/10 '23

HALAMAN PENGESAHAN
STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI
KABUPATEN SLEMAN, YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari :

Tanggal :

Disusun Oleh:

ZIDNI PUTERI HIDAYATI

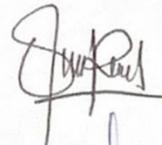
19513002

Tim Penguji :

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng



Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc.



Adam Rus Nugroho, S.T, M.T., Ph.D.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. *(apabila menggunakan software khusus)*
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,


NIM: 19513002
Zidni Puteri Hidayati

NIM: 19513002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT serta karunia-Nya penulis untuk menyusun dan menyelesaikan penulisan proposal Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan penelitian yang berjudul “STUDI EMISI GRK (GAS RUMAH KACA) PADA AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI KABUPATEN SLEMAN YOGYAKARTA”. Adapun tujuan penyusunan proposal tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan studi penulis serta mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program Strata 1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis turut mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kemampuan serta kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal ini dan menemani saya dengan
“Laa ilaaha illaa anta, subhaanaka, innii kuntu minadz dzaalimiin”
2. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc, (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah bersedia memberikan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, mendukung, memberi masukan dan memberikan kemudahan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Semoga Allah selalu menjaga Bapak Ibu dalam kebaikan.
4. Kedua orang tua saya ayah ibu kakak juga kak Adeianeira & keluarga besar saya, terimakasih karena selalu mendoakan, memberikan motivasi, memberi

semangat dan mengajarkan banyak hal tentang menjalani kehidupan. Semoga Allah selalu menjaga kalian dalam kebaikan.

5. Rekan Tugas Akhir, Alya, Shinta, Widya, Farid, Fadhil, Aning, Usman, Adam, Wisam. Semoga Allah selalu menjaga kalian dalam kebaikan.
1. Saudaras-saudara saya yang menemani saya selama proses ini berjalan, Ramadhantika, Saffana, Wira Fairuz, Artantri Winda, Putrima Azizi, Annisa Yumna Nabila Hasna, Yumna Sayyidah, Nisa Mufliha, , Issabelle Damairia, M.Ilham Fachrizal, Amirul Arief, Iqbal Hasan, Lutfil Hakim, *Seventeen*. Semoga Allah selalu menjaga kalian dalam kebaikan.
2. Teman-teman keluarga Teknik Lingkungan 2019. Semoga Allah selalu menjaga kalian dalam kebaikan.
3. Seluruh Dosen dan keluarga besar Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Semoga Allah selalu menjaga kalian dalam kebaikan.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih ada berbagai kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang terkait dan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut. Amin.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023



Zidni Puteri Hidayati

ABSTRACT

Since the generation of waste has increased in Sleman Regency, Sleman Regency has created a waste bank as a source of waste management. However, it turns out that some activities have the potential to produce greenhouse gas (GHG) emissions. These results are caused by the use of motorized vehicles. This study aims to identify waste bank operational activities that have the potential to generate GHG emissions such as CO₂, CH₄, and N₂O as well as analyze the amount of emissions produced and create the most effective waste management scenario to reduce the amount of emissions produced. The results of this study indicate that the operational activities of waste banks that have the potential to generate GHG emissions are transport activities using transportation. Activities outside the waste bank include burning waste in the TPA. Emission calculations refer to IPCC Tier 1 and Tier 2. The total calculation results from the 3 parameters CO₂, CH₄, and N₂O show that the waste bank activity scenario produces total emissions of 20.152,83 Kg.CO₂eq/year, the TPA scenario produces emissions of 25.555,90 Kg.CO₂eq/year, the combustion scenario produces 37205.53 Kg.CO₂eq/year emissions. Of the three scenarios, the landfill lowest emission is the waste bank activity and the highest is the combustion activity. This is because the combustion process contains a type of plastic waste that contains a high fossil carbon content in plastic waste, causing plastic waste to be the highest contributor to carbon monoxide gas in the open burning process.

Keywords: *GHG Emissions, IPCC, Scenario, Waste Bank*

ABSTRAK

Timbulan sampah yang meningkat di Kabupaten Sleman, maka Kabupaten Sleman membuat bank sampah sebagai salah satu pengelolaan sampah dari sumber. Namun pada kegiatannya ternyata terdapat aktivitas yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK). Hasil tersebut disebabkan oleh penggunaan kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas operasional bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi GRK seperti CO₂, CH₄, N₂O juga menganalisis besar emisi yang dihasilkan serta membuat skenario pengelolaan sampah yang paling efektif untuk mengurangi jumlah emisi yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas operasional bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi GRK adalah pada aktivitas pengangkutan menggunakan transportasi. Aktivitas diluar bank sampah seperti pembakaran dan penimbunan sampah di TPA. Perhitungan emisi merujuk pada IPCC Tier 1 dan Tier 2. Total hasil perhitungan dari jumlah 3 parameter CO₂, CH₄, N₂O menunjukkan skenario aktivitas bank sampah menghasilkan total emisi 20.152,83 Kg.CO₂eq/tahun, skenario TPA menghasilkan emisi sebesar 25.555,90 Kg.CO₂eq/tahun, skenario pembakaran menghasilkan emisi 37205,53 Kg.CO₂eq/tahun. Dari ketiga skenario yang terendah menghasilkan emisi ialah aktivitas bank sampah dan emisi tertinggi pada aktivitas pembakaran. Hal ini disebabkan karena pembakaran yang terdapat jenis sampah plastik yang mana dari proses pembakaran terdapat kandungan karbon fosil yang tinggi pada sampah plastik menyebabkan sampah plastik menjadi penyumbang tertinggi gas karbon pada proses pembakaran terbuka.

Kata Kunci:Bank Sampah, Emisi GRK, IPCC, Skenario

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| PERNYATAAN | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRACT | viii |
| ABSTRAK | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR NOTASI | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat penelitian | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 4 |
| BAB II | 6 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Pengertian Sampah | 6 |
| 2.1.1 Definisi Sampah | 6 |
| 2.1.2 Sampah Organik dan Anorganik | 7 |
| 2.2 Permasalahan Pengelolaan Sampah | 7 |
| 2.3. Pengertian Bank Sampah | 8 |
| 2.3.1 Tata Cara Pengelolaan Sampah di Bank Sampah | 9 |
| 2.3.1.1 Pengurangan sampah | 9 |
| 2.3.1.2 Penanganan sampah | 9 |
| 2.3.2 Mekanisme Bank Sampah pada Umumnya | 10 |

| | |
|---|----|
| 2.3.3 Pihak Ketiga Bank Sampah oleh Pengepul | 11 |
| 2.4 Pengertian Emisi Gas Rumah Kaca..... | 12 |
| 2.4.1 Pengertian Emisi | 12 |
| 2.4.2 Gas Rumah Kaca dan Gas yang Dihasilkan | 12 |
| 2.4.2 Aktivitas yang Menghasilkan Gas Rumah Kaca | 14 |
| 2.4.3 Dampak Gas Rumah Kaca | 15 |
| 2.4.4 Guna Kajian Gas Rumah Kaca | 16 |
| 2.5 Perhitungan Gas Rumah Kaca..... | 16 |
| 2.5.1 Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca | 16 |
| 2.5.2 Faktor Emisi | 18 |
| 2.6 Studi Terdahulu | 20 |
| BAB III | 22 |
| METODE PENELITIAN..... | 22 |
| 3.1 Kerangka Penelitian | 22 |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian | 23 |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data..... | 29 |
| 3.4 Metode Identifikasi Aktivitas Operasional Bank Sampah..... | 30 |
| 3.5 Perhitungan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah | 32 |
| 3.5.1 Perhitungan Emisi dari Sumber Bergerak | 32 |
| 3.6 Skema Skenario Pengolahan Sampah | 38 |
| 3.6.1 Perhitungan Emisi Pada Sampah dari <i>Open Burning</i> (Pembakaran Terbuka) | 38 |
| 3.6.2 Perhitungan Emisi Pada Penimbunan Sampah di TPA..... | 42 |
| BAB IV | 47 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 47 |
| 4.1 Aktivitas Operasional Bank Sampah..... | 47 |
| 4.1.1 Timbulan dan Komposisi Sampah Bank Sampah di Kabupaten Sleman .. | 51 |
| 4.2 Aktivitas Bank Sampah | 53 |
| 4.3 Potensi Emisi GRK dar Aktivitas Bank Sampah | 55 |

| | | |
|----------------------------|--|----|
| 4.3.1 | Pegumpulan oleh Nasabah menuju Bank Sampah | 55 |
| 4.3.2 | Pengangkutan dari Bank Sampah Menuju Pengepul | 58 |
| 4.3.3 | Pengangkutan dari Pengepul Menuju Industri Daur Ulang | 59 |
| 4.3.4. | Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Gas Rumah Kaca | 60 |
| 4.4 | Perbandingan Aktivitas Diluar Bank Sampah..... | 65 |
| 4.4.1 | Sampah yang Dibakar Secara Terbuka (Open Burning)..... | 65 |
| 4.4.2 | Penimbunan TPA | 68 |
| 4.5. | Hasil Perbandingan 3 Skenario | 70 |
| BAB V | | 72 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | | 72 |
| 5.1 | Kesimpulan | 72 |
| 5.2 | Saran | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 74 |
| LAMPIRAN | | 78 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-------|--|
| BBa | = Konsumsi Transportasi |
| TJ | = <i>Terra Joule</i> |
| a | = Jenis bahan bakar untuk perhitungan CO ₂ |
| b | = Jenis bahan bakar untuk perhitungan CH ₄ dan N ₂ O |
| j | = komponen dari sampah |
| i | = kategori sampah yang dibakar |
| MSW | = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun) |
| WFj | = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah |
| Dmj | = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah |
| CFj | = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total) |
| FCFj | = fraksi karbon fosil di dalam karbon total |
| OFj | = faktor oksidasi (fraksi) |
| 44/12 | = faktor konversi C menjadi CO ₂ |
| Iwi | = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun) |
| EFi | = fraksi emisi CH ₄ (kg CH ₄ /kg sampah) |
| R | = Recovery CH ₄ di TPA |
| OXT | = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi |
| F | = Fraksi CH ₄ pada gas yang dihasilkan di landfill |
| 16/12 | = Rasio berat molekul CH ₄ /C (ratio) |

| | |
|-------------------------------|--|
| DDOC _m | = Massa DOC yang terdeposisi, Ggram |
| W | = Massa limbah yang terdeposisi, Ggram |
| DOC | = Fraksi degradable karbon organik pada tahun deposisi sampah |
| DOC _f | = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anerobik |
| MCF | = Faktor koreksi CH ₄ , yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik (sebelum kondisi anerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah |
| CH ₄ , generated T | = CH ₄ yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC) |
| OX | = Faktor Oksidasi |
| 44 | = Molekul relatif (Mr) dari CO ₂ (kg/kg-mol) |
| 12 | = Massa atom relatif (Mr) dari CH ₄ (kg/kg-mol) |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1. Lokasi Penelitian | 25 |
| Tabel 3. 2. Lokasi Pengepul dari 15 Sampel Bank Sampah | 27 |
| Tabel 3. 3. Kebutuhan Data Primer | 29 |
| Tabel 3. 4. Kebutuhan Data Sekunder | 30 |
| Tabel 3. 5. Metode Perhitungan Masing-Masing Emisi Gas Rumah Kaca | 32 |
| Tabel 3. 6. Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia | 35 |
| Tabel 3. 7. Faktor Emisi CO ₂ Bahan Bakar Indonesia (Tier-2)..... | 36 |
| Tabel 3. 8. Faktor Emisi CH ₄ Default IPCC (Tier-1) | 37 |
| Tabel 3. 9. Faktor Emisi N ₂ O Default IPCC (Tier-1) | 37 |
| Tabel 3. 10. Dry Matter Content %..... | 39 |
| Tabel 3. 11. Faktor Oksidasi Menggambarkan Jumlah CH ₄ dari TPA..... | 43 |
| Tabel 3. 12. Methane Correction Faktor..... | 43 |
| Tabel 3. 13. Konversi GWP..... | 45 |
| Tabel 4. 1. Informasi 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman | 49 |
| Tabel 4. 2. Informasi 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman | 50 |
| Tabel 4. 3. Mencari Jarak Tempuh Kendaraan Tahunan | 55 |
| Tabel 4. 4. Konsumsi BBM | 56 |
| Tabel 4. 5. Rekap Hasil Emisi Nasabah hingga Bank Sampah..... | 58 |
| Tabel 4. 6. Rekap Hasil Emisi Bank Sampah hingga Pengepul..... | 59 |
| Tabel 4. 7. Rekap Hasil Emisi Pengepul hingga Industri Daur Ulang | 60 |
| Tabel 4. 8. Rerata Emisi GRK pada Aktivitas Bank Sampah | 65 |
| Tabel 4. 9. Total Timbulan Sampah dari Bank Sampah 1 Tahun | 66 |
| Tabel 4. 10. Total Emisi GRK pada Skenario Pembakaran | 68 |
| Tabel 4. 11. Total Emisi GRK dari Skenario Penimbunan | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-------------------------------------|
| Gambar 3. 1. Diagram Alir Kerangka Penelitian | 22 |
| Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 3. Lokasi pengepul..... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 4. Wawancara dan Survei Pihak Bank Sampah dan Pengepul..... | 31 |
| Gambar 3. 5. Skema Langkah Perhitungan GRK pada aktivitas bank sampah | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 6. Skema Skenario Aktivitas Bank Sampah, Penimbunan, dan Pembakaran . | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 7. Skema Langkah Perhitungan GRK CO ₂ Skenario Pembakaran..... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 8. Skema Langkah Perhitungan GRK CH ₄ dan N ₂ O Skenario Pembakaran.. | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 9. Skema Langkah Perhitungan GRK CH ₄ Skenario Penimbunan | Error! Bookmark not defined. |
| | |
| Gambar 4. 1. Grafik Jumlah Berat 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman | 51 |
| Gambar 4. 2. Komposisi Sampah dari Kategori Kecil, Sedang, Besar, dan Total | 52 |
| Gambar 4. 3. Skema Aktivitas Bank Sampah..... | 53 |
| Gambar 4. 4. Grafik Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengumpulan oleh Nasabah dan Pengangkutan oleh Pengepul | 61 |
| Gambar 4. 5. Grafik Jumlah Nasabah dari 15 Sampel Bank Sampah..... | 62 |
| Gambar 4. 6. Grafik Total Jarak Tempuh Nasabah menuju Bank Sampah dan Bank Sampah Menuju Pengepul | 62 |
| Gambar 4. 7. Grafik Total Emisi GRK dari Aktivitas Pengangkutan Pengepul menuju Industri Daur Ulang | 64 |
| Gambar 4. 8. Grafik Perbandingan 3 Aktivitas Bank Sampah yang Berpotensi Menghasilkan Emisi GRK | 65 |
| Gambar 4. 9. Grafik Perbandingan Total Emisi 3 Skenario | 70 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1.1 Formulir Kuisisioner | 78 |
|---|----|

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman merupakan salah satu kabupaten dari Provinsi Yogyakarta yang memiliki jumlah penduduk terbesar dari kabupaten dan kota Yogyakarta lainnya. Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk, Kabupaten Sleman memiliki jumlah penduduk terbesar di 2023 sekitar 1,3 juta jiwa dengan luas wilayah 574,8 km² (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman, 2022). Badan Lingkungan Hidup DIY menyampaikan total timbunan sampah di Sleman sebesar 8.000 m³/hari dengan jenis terbanyaknya yaitu plastik yaitu sekitar 60% dari jumlah total.

Seiring bertambahnya tahun, perkembangan penduduk semakin meningkat. Peningkatan penduduk dapat menambahkan masalah dari sektor sampah, karena pada kenyataannya sampah merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia yang setiap aktivitasnya pasti menghasilkan buangan atau sampah. Namun masih banyak masyarakat yang tidak sadar bahwa sisa buangan atau sampah yang dihasilkan merupakan tanggung jawab masing-masing. Oleh karena itu, terbentuklah fasilitas Bank Sampah untuk memudahkan masyarakat mengelola sampahnya sendiri dengan memberikan sampahnya kepada Bank Sampah untuk dikelola lebih lanjut.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah pada Bank Sampah menjelaskan bahwa Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengelolaan sampah oleh Bank Sampah meliputi; pengurangan sampah, pemilahan sampah, pengumpulan sampah, dan pengolahan

sampah.

Sampah dapat menghasilkan gas terkhusus untuk timbunan sampah yang mengandung sampah organik yang mengalami penguraian/pembusukan akan menghasilkan gas yang disebut dengan metana. Timbunan sampah terbanyak berasal dari jenis sampah organik, sisa-sisa makanan, dan proses dekomposisi anarobik yang menghasilkan gas rumah kaca yaitu CH_4 atau metana. Gas metan selain terbentuk dari timbunan sampah, juga terbentuk dari metabolise jasad renik didasar rawa, lambung manusia dan hewan. Gas metan yang terbentuk menyebar dalam tumpukan sampah baik secara horizontal dan vertikal yang akhirnya terlepas ke atmosfer (Saidal Siburian, 2020). Berdasarkan ulasan Safira yang penelitiannya dilakukan oleh Adidarma, dkk, bahwa komposisi sampah di Piyungan, Yogyakarta diperoleh 64,41% berat sampah organik dan 35.59% berat sampah anorganik yang ikut tercampur disana. Pada prosentase tersebut telah menyatakan bahwa separuh sampah yang tertimbun di TPA piyungan ialah sampah organik dan anorganik yang tertumpuk bercampur disana.

Sampah yang tertumpuk di TPA ialah akibat dari banyak masyarakat memandang sampah hanya hasil buangan yang tidak dapat digunakan atau dimanfaatkan kembali, justru langsung dibuang sebagai tumpukan yang merugikan lingkungan. Masalah tersebut harus diatasi dengan bijak seperti pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Salah satunya seperti kegiatan bank sampah. Bank sampah merupakan konsep pengumpulan sampah kering dan dipilah serta memiliki manajemen layaknya perbankan tapi yang ditabung bukan uang melainkan sampah. Warga yang menabung juga disebut nasabah (Dinas Lingkungan Hidup, 2019). Dalam kegiatannya terdapat mekanisme untuk menjalankan operasionalnya melalui beberapa tahap meliputi pemilahan sampah oleh nasabah bank sampah, penyetoran ke bank sampah oleh nasabah bank sampah, penimbangan setiap sampah yang disetorkan oleh nasabah kepada pihak bank sampah, pencatatan dari hasil penimbangan untuk dilakukan perhitungan

oleh pihak bank sampah, penyimpanan sampah nasabah di gudang sebelum diserahkan kepada pengepul, dan penyetoran yang diangkut oleh pihak pengepul.

Dengan demikian, pada penelitian ini akan dilakukan analisis lebih dalam kegiatan bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca dan menganalisis besar emisi yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan, maka rumusan masalah yang dapat disusun, yaitu:

1. Bagaimana aktivitas yang dilakukan oleh Bank Sampah sehingga menghasilkan emisi gas rumah kaca?
2. Berapakah jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan di Bank Sampah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin diperoleh dari aktivitas ini, yaitu:

1. Mengidentifikasi kegiatan 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman yang menghasilkan emisi gas rumah kaca
2. Menghitung dan menganalisis jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan bank sampah di Kabupaten Sleman
3. Membuat skenario untuk membandingkan pengelolaan sampah yang terbaik

1.4 Manfaat penelitian

Adapun manfaat penelitian yang didapatkan sebagai berikut:

1. Mengetahui informasi terkait berbagai kegiatan operasional bank sampah di Kabupaten Sleman.

2. Mengetahui informasi terkait besar jumlah emisi Gas Rumah Kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) yang dihasilkan oleh aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Sleman.
3. Memberikan informasi tentang aktivitas bank sampah yang ikut berkontribusi dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca di Kabupaten Sleman.
4. Mengetahui pengolahan sampah yang efektif dari skenario yang dibuat.
5. Dapat digunakan sebagai informasi untuk menemukan ide baru untuk membantu permasalahan terkait dengan penelitian ini.

1.5 Ruang Lingkup

Dari rumusan masalah diatas, maka butuh adanya ruang lingkup aktivitas ini, yaitu:

1. Lokasi penelitian terletak pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta.
2. Penentuan titik sampling bank sampah dilakukan dengan *stratified random sampling*.
3. Data primer diambil melalui wawancara tertulis kepada tiap-tiap sampel bank sampah dan pengepul.
4. Emisi Gas Rumah Kaca yang dilakukan perhitungan yaitu karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O).
5. Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) yang dihasilkan oleh aktivitas bank sampah di Kabupaten Sleman menggunakan acuan pada Pedoman Penyelenggaraan Inventraisasi Gas Rumah Kaca Nasional Volume 1 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang mengacu pada *IPCC Guidelines 2006*.
6. Bahan bakar kendaraan bermotor bensin diasumsikan menggunakan Pertamina RON 92

7. Bahan bakar kendaraan bermotor diesel diasumsikan menggunakan bahan bakar solar.
8. Data yang dihimpun adalah data pada aktivitas operasional bank sampah dalam 3 bulan terakhir (Bulan April, Mei, dan Juni 2023). Nasabah aktif adalah nasabah yang aktif menyetorkan sampah minimal satu kali pada saat operasional bank sampah dalam tiga bulan terakhir.
9. Emisi gas rumah kaca yang dihitung merupakan emisi yang dihasilkan dari aktivitas pengumpulan sampah dari rumah nasabah menuju ke pengepul, pengolahan sampah yang dilakukan di bank sampah, hingga pengangkutan dari gudang bank sampah menuju gudang pengepul.
10. Dalam penentuan jarak rumah nasabah menuju ke bank sampah diklasterkan berdasarkan jarak rata-rata dalam tiap-tiap RW menuju ke bank sampah
11. Skenario pembakaran dari sampah yang masuk ke bank sampah dalam waktu satu tahun
12. Skenario *landfilling* dilakukan perhitungan untuk pengangkutan dan penimbunan sampah di TPA dalam waktu satu tahun. Skenario *landfilling* emisi yang diperhitungkan dari aktivitas pengangkutan menuju ke TPA dan penimbunan.
13. Semua nasabah bank sampah diasumsikan menggunakan kendaraan bermotor (sepeda motor).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

2.1.1 Definisi Sampah

Berdasarkan UU No 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Setiap orang akibat proses alam yang menghasilkan sampah disebut penghasil sampah. Kegiatan sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan meliputi pengurangan dan penanganan disebut pengelolaan sampah. Asal timbulan sampah disebut sumber sampah seperti rumah tangga, pertanian, sisa bangunan, perdagangan, perkantoran, dan industri. Sampah dikelola berdasarkan sampah rumah tangga, sampah sejenis rumah tangga, dan sampah spesifik.

Menurut (Azwar, 1990), sampah merupakan suatu barang atau benda yang tidak dipergunakan lagi, yang tidak dapat dipakai lagi, yang tidak disenangi dan harus dibuang, maka sampah tentu saja harus dikelola dengan sebaik-baiknya, sedemikian rupa, sehingga hal-hal yang negatif seperti bencana alam tidak akan terjadi. (Kodoatic, 2003) memiliki makna sendiri mengenai sampah, sampah ialah limbah atau yang sudah menjadi buangan yang bersifat padat atau setengah padat, yang merupakan hasil sampingan dari kegiatan perkotaan atau siklus kehidupan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan.

Limbah atau dalam masyarakat sering dikenal dengan sebutan sampah ia yang terlihat seperti bahan yang tidak berarti dan tidak berharga, namun sampah dapat menjadi suatu bermanfaat jika dilakukan pemrosesan secara sesuai dan benar. (Saefullah, 2022). Sampah ialah material sisa yang sudah selesai digunakan dan menjadi barang yang tidak diinginkan dan biasanya yang sudah tidak layak digunakan kembali. Sampah terbagi mejadi dua jenis, yakni sampah organika atau basah dan sampah anorganik atau kering (Disperkimta, 2019).

2.1.2 Sampah Organik dan Anorganik

Sampah organik ialah sampah mudah terurai oleh alam sehingga sedikit mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, kebalikannya sampah anorganik ialah sampah yang sangat sulit juga sangat lama terurai bahkan beberapa jenis memerlukan ratusan tahun sehingga sangat mungkin pula mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan (Didiharyono dkk, 2018).

Sampah organik bisa dimanfaatkan menjadi pupuk kompos. Proses dari terpecahnya oleh mikroorganisme yang bahan organik dijadikannya energi disebut pengomposan. Sampah anorganik terutama plastik dapat berkurang dengan cepat dengan andilnya campur tangan manusia, seperti memanfaatkan sampah plastik yang dapat dijadikan kerajinan atau kebutuhan sehari-hari. Sayangnya, hal ini masih jarang sekali dilakukan karena kurangnya kesadaran atas sampah yang dihasilkan dimulai dari pengurangan juga pemilahan. Jumlah penduduk yang meningkat berbanding lurus dengan sampah yang semakin memuncak pula. (Lelyani dkk, 2022)

2.2 Permasalahan Pengelolaan Sampah

Meningkatnya penduduk namun tidak diimbangi dengan meningkatnya pemahaman atas sampah yang dihasilkan ialah tanggung jawab dari masing-masing penghasil sampah yang mana setiap makhluk hidup terutama manusia pasti menghasilkan sampah. Terdapat pula beberapa masalah pokok dalam pengelolaan sampah di perkotaan (Damanhuri, 2004), antara lain:

- Tingkat sosial budaya pada penduduk kota yang tidak setara
- Perputaran dana juga prioritas penanganan yang rendah dari pemerintah yang berskala nasional
- Berubahnya teknik pada penanganan makanan, seperti pengemas makanan yang menggunakan plastik
- Terbatasnya sumber daya manusia
- Perkembangan peralatan persampahan yang bergerak lambat

- Partisipasi masyarakat yang masih kurang antusias terhadap kesadaran sampah di lapangan

Permasalahan sampah diakibatkan oleh ketidakmampuannya pemerintah dalam penanganan sampah, (Kariskou, 2009) berpendapat permasalahan sampah tidak hanya diakibatkan oleh tidak mampunya pemerintah dalam menangani, tetapi diakibatkan pula karena peran masyarakat yang masih terbatas. Kegiatan meminimasi sampah yang memuncak di tempat pengelolaan akhir (TPA) dibutuhkan peran serta masyarakat dalam mereduksi sampah mulai dari sumbernya (Saibah dkk, 2018). Semakin banyak mereduksi sampah dari sumber maka sampah yang dibawa hingga TPA pun ikut berkurang.

Mereduksi sampah merupakan salah satu kegiatan pengelolaan sampah. Dalam UU No 18 Tahun 2008 pasal 1 No 5 tertulis bahwa pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pada kenyataannya pengelolaan sampah menjadi tanggung jawab pemerintah dan masyarakat yang harus saling bahu-membahu untuk mewujudkannya.

2.3. Pengertian Bank Sampah

Bank sampah menjadi salah satu alternatif dalam strategi pengelolaan sampah (Donna, 2016). Sampah selain menjadi permasalahan sendiri pada dampak lingkungan, juga menambah anggaran biaya dalam APBD Pemerintah. Bank sampah merupakan salah satu program yang dapat mengubah pola pandangan masyarakat terhadap pengelolaan sampah (Bitarsih, 2017). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 13 Tahun 2012, bank sampah adalah tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/atau diguna ulang yang memiliki nilai ekonomi.

Bank sampah memiliki makna berarti suatu sistem pengelolaan sampah kering secara kolektif yang mampu mengajak masyarakat ikut serta aktif didalamnya (Unilever Indonesia, 2013). Sistem ini akan menampung, memilah serta menyalurkan sampah menjadi nilai ekonomi pada pasar di lingkungan dan masyarakat mendapat

keuntungan ekonomi dari sampah yang ditabung. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2021 menyatakan bahwa semua nasabah dapat menabung sampah di bank sampah dan sampah yang ditabung serta telah ditimbang akan dihargai sesuai harga pasaran yang uangnya nanti dapat diambil langsung oleh penabung.

2.3.1 Tata Cara Pengelolaan Sampah di Bank Sampah

Pengelolaan sampah di bank sampah memiliki tata cara masing-masing namun terdapat acuan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai dengan perkembangan terkait pengelolaan bank sampah. Menurut acuan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2021 Lampiran 1, terdapat tata cara pengelolaan sampah berdasarkan masing-masing kegiatan yang dilakukan di bank sampah, yakni:

2.3.1.1 Pengurangan sampah

Pengurangan sampah dapat dilakukan melalui kegiatan pemanfaatan kembali sampah. Hal yang harus diperhatikan ialah pemanfaatan kembali sampah dilakukan dengan cara menggunakan ulang seluruh atau sebagian dan juga digunakan dengan fungsi yang sama atau berbeda. Beberapa cara pemanfaatan kembali terhadap jenis sampah, antara lain:

- a) Sampah plastik : pot tanaman dari ember plastik yang sudah tidak terpakai
- b) Sampah kertas: bahan kerajinan pembuatan vas bunga
- c) Sampah logam : kaleng yang dibuat kerajinan
- d) Sampah kaca : aquarium ikan kecil

2.3.1.2 Penanganan sampah

Pengelola bank sampah perlu memahami kegiatan yang dilakukan untuk menangani sampah supaya dapat menentukan bentuk kegiatan yang sesuai kemampuan dari bank sampah yang di kelolanya. Selain itu, pengelola juga pentingnya memahami perhitungan nilai ekonomi sari potensi sampah yang tertangani. Penanganan sampah yang dilakukan oleh bank sampah seperti:

- 1) Pemilahan sampah, kegiatan ini dikelompokkan menjadi lima kategori yaitu sampah mengandung B3, sampah yang mudah terurai oleh proses alam, sampah yang dapat digunakan kembali, sampah yang dapat didaur ulang, dan lainnya. Kegiatan ini bisa dilakukan sejak dari sumber atau dilakukan di lokasi bank sampah untuk mendapat arahan jenis pilahan oleh pengelola bank sampah.
- 2) Pengumpulan sampah, kegiatan ini dilakukan pemindahan dari sampah yang masih dirumah tangga dikumpulkan di lokasi bank sampah. Kegiatan ini dalam dilakukan dengan dua cara, yaitu penghasil sampah mengantar sampah menuju bank sampah atau pengelola bank sampah yang mengambil sampah rumah tangga menuju bank sampah. Dalam hal itu bank sampah dapat melakukan kepada lingkungan sekitar bank sampah untuk disepakati bersama pengelola bank sampah. Kesepakatan perlu terbentuk demi kunci keberlanjutan pengelolaan bank sampah.
- 3) Pengolahan sampah, kegiatan ini dilakukan untuk mengurangi jumlah sampah yang terangkut ke tempat pemrosesan akhir (TPA) sehingga yang sampah di TPA hanya residu. Pengolahan sampah dapat dengan melakukan kegiatan seperti, pengomposan, daur ulang materi, daur ulang energi.

2.3.2 Mekanisme Bank Sampah pada Umumnya

Walaupun terdapat acuan untuk pelaksanaan kegiatan bank sampah, tetapi terdapat mekanisme bank sampah yang bisa dilakukan untuk operasional kegiatan bank sampah dengan melalui beberapa tahapan, mulai dari pemilahan, penyetoran, penimbangan, pencatatan untuk bank sampah dan nasabah, dan pengolahan lanjutan dari sampah yang sudah terkumpul.

Manajemen bank sampah memiliki standar minimal yang perlu dilengkapi untuk setiap komponen yang terlibat dalam pelaksanaan kegiatan bank sampah. Komponen pertama yaitu penabung sampah yang berperan melakukan upaya pengurangan dan pemilahan sampah dari rumah masing masing serta memiliki buku tabungan catatan sampah yang sudah tertabung. Komponen kedua yaitu pengelola bank

sampah yang dilakukan secara sukarela ataupun profesional, struktur minimal bank sampah terdiri dari manajer, bendahara, dan teller yang melakukan pencatatan saat penimbangan. Komponen ketiga yaitu pengepul atau pembeli sampah yang dipilih oleh pengelola bank sampah untuk mendukung upaya peningkatan kerjasama dalam upaya peningkatan kualitas lingkungan secara menyeluruh (Ariefnoor 2020).

2.3.3 Pihak Ketiga Bank Sampah oleh Pengepul

Sampah yang sudah terkumpul di bank sampah akan diangkut oleh pihak ketiga, yaitu pengepul. Pengusaha sampah juga bisa disebut pengepul sampah. Pengepul sampah termasuk sektor informal yang bergerak pada bagian pengumpulan dan melakukan jual beli sampah yang layak jual, laba pengepul dapat memperlihatkan keberhasilan dalam proses jual beli sampah tersebut. Pengepul termasuk salah satu petugas pengelola sampah yang dihari-harinya berkontak langsung dengan sampah (Tim Penulis PS, 2011). Pengepul sampah mengumpulkan macam-macam jenis sampah yang diterima seperti kertas, plastik, dan logam yang didapatkan dari beberapa sumber oleh pemulung, *office boy* atau juga langsung mengambil dari pinggir jalan atau yang diletakan di luar rumah-rumah warga. Telah dilakukan obeservasi oleh penulis, bahwa motivasi utama menjadi pengusaha sampah ialah keuntungan yang cukup memuaskan dengan modal yang tidak besar ini dapat memenuhi kebutuhan hidup sekeluarga dan risiko yang kecil dikarenakan sampah yang tertumpuk tertata tersebut tidak akan rusak jika disimpan dalam waktu lama (Saputra A, dkk).

Pengepul sampah biasa mengambil sampah atau menjemput sampah dari berbagai titik lokasi bisa rumah warga, industri, perkantoran, atau komunitas pengelolaan sampah seperti bank sampah. Macam-macam lokasi tersebut akan melakukan penyeteroran yang telah terkumpul selama seminggu atau periode yang telah disepakati yang nantinya akan disetorkan kepada pengepul. Penyeteroran akan diangkut oleh mobil atau semacam kendaraan bermotor. Lalu hasil sampah akan dikumpulkan dan dilakukan penimbangan untuk dihiyung kembali untuk mencocokkan harga. Setelah

harga sudah cocok maka akan terjadi transaksi jual beli diantar penyetor sampah dan pengepul sampah.

2.4 Pengertian Emisi Gas Rumah Kaca

2.4.1 Pengertian Emisi

Bedasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2017 tentang baku mutu bagi usaha atau kegiatan industri semen Pasal 1 Nomor 6 menyampaikan bahwa:

“Emisi adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar”

Dalam pengertiannya juga terdapat emisi fugitive ialah emisi yang secara tekninya tidak dapat melewati cerobong, ventilasi atau sistem pembuangan emisi yang setara. Emisi akan tersebar di udara yang dapat menyebabkan pencemaran udara. Pencemaran udara adalah masuknya zat atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga udara ambien melampaui baku mutu yang sudah ditetapkan. Menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 22 Tahun 2021 Pasal 1 Nomor 41 menyatakan bahwa udara ambien ialah udara bebas yang berada di permukaan bumi yang berada di dalam suatu wilayah yang dapat mempengaruhi Kesehatan mahluk hidup dan unsur lingkungan sekitarnya.

2.4.2 Gas Rumah Kaca dan Gas yang Dihasilkan

Fenomena peningkatan temperatur secara global dengan skala waktu dari tahun ke tahun disebabkan karena efek rumah kaca (*greenhouse effect*) biasa disebut pemanasan global. Efek rumah kaca terjadi karena meningkatnya emisi gas seperti karbondioksida, metana, dinitrooksida, dan chlorofluorocarbons yang biasa disebut sebagai gas rumah kaca (GRK) dimana peristiwa energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi (Riebeek, 2010).

Gas rumah kaca (GRK) adalah kumpulan gas yang menimbulkan efek rumah kaca, maksud efek rumah kaca adalah terdapat pancaran radiasi gelombang bumi yang diserap dan dipantulkan kembali dan karena itu panasnya akan tersimpan di permukaan bumi. Kejadian efek rumah kaca yang terjadi berulang-ulang mengakibatkan suhu rata-rata bumi meningkat setiap tahunnya (Samiaji T, 2009). Konvensi PPB memutuskan mengenai perubahan iklim, bahwa ada 6 jenis gas yang tergolong sebagai GRK, antara lain: karbon dioksida (CO₂), Dinitro Oksida (N₂O), metana (CH₄), sulfur heksaflorida (SF₆), perfluorocarbon (PFCs), dan hidrofluorokarbon (HFCs) (United Nations Framework Convention on Climate Change).

Efek rumah kaca disebabkan karena gas rumah kaca mempunyai indeks pemanasan global atau potensi pemanasan gas rumah kaca seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Indeks Potensi Pemanasan Global

| Jenis Gas Rumah Kaca | Potensi Pemanasan (ton CO₂ ekuivalen) |
|-----------------------------|---|
| Karbon dioksida | 1 |
| Metana | 21 |
| Nitro oksida | 310 |
| Hydrofluorocarbon | 500 |
| Sulfur hexa fluorida | 9200 |

(KLH, Indonesia: The first national communiton, 1999)

Menjelaskan angka-angka pada tabel diatas, misal dari efektivitas N₂O dalam menyerap panas kirakira 310 kali lebih besar dibandingkn CO₂ dan efektivitas dari CH₄ kira-kira 21 lebih besar dari pada CO₂ dalam menyerap panas. Walaupun CO₂ mempunyai potensi pemanasan yang paling kecil, tapi konsentrasi di atmosfer yang paling besar daripada gas rumah kaca yang lain. Gas CO₂ yang memiliki konsentrasi paling besar diatmosfer menyebabkan gas tersebut diisukan menjadi penyebab utama dari pemanasan global. Dalam permisalannya, bila di atmosfer terdapat 100 ton GRK

terkandung 55 ton CO₂, 7 ton SF₆, 17 ton CFC, 15 ton metana, dan 6 ton N₂O (Trismidianto dkk, 2008), maka CO₂ mempunyai potensi penyerapan juga kontribusi memberi panas pada bumi $55 \times 1 = 55$ ton CO₂ (Samiaji T, 2009). Gas CO₂ mampu bertahan di atmosfer selama 20-200 tahun, N₂O selama 114-120 tahun, CH₄ dan pengganti CFC selama 12 tahun (Tiarani L dkk, 2016). Intergovernmental panel on climate change (IPCC) merangkum di fourth assessment report (AR4) 2007 menyampaikan bahwa akselerasi emisi CO₂ sejak tahun 2000 mengalami kenaikan lebih dari 3% per tahun atau lebih dari 2 ppm (Kuncoro S, 2011).

2.4.2 Aktivitas yang Menghasilkan Gas Rumah Kaca

Sumber emisi gas rumah kaca yaitu gas buang dari pembuangan energi fosil (bahan bakar minyak, biomasa, gas, batubara, sejenisnya), proses industri, dan sebagainya. Salah satu sumber emisi gas rumah kaca ialah pengelolaan sampah (Wahyudi J, 2019). Kegiatan pengelolaan sampah dapat memberikan kontribusi sebanyak 4% dari total gas emisi GRK di dunia (Papageorgiou dkk, 2009). Indonesia menghasilkan emisi GRK mencapai 3% dari total emisi GRK yang berasal dari kegiatan pengelolaan sampah dan limbah (Purwanta, 2009).

Terdapat dua faktor yang mempengaruhi jumlah emisi gas rumah kaca yaitu metode pengelolaan sampah dan jumlah timbulan sampah. Setiap tahunnya Indonesia mengalami peningkatan untuk jumlah timbulan sampah yang disebabkan karena pertumbuhan ekonomi, perubahan pola konsumsi, dan peningkatan populasi (Wahyudi J, 2019). Secara nasional, sektor pengelolaan sampah terus mengalami peningkatan dan berbanding lurus dengan peningkatan tumpukan sampah yang juga mempengaruhi peningkatan emisi GRK (Bappenas, 2010).

Pada aktivitas transportasi juga menghasilkan emisi gas rumah kaca. Sekitar 75% sumber pecemar udara di Indonesia berasal dari gas buang hasil pembakaran bahan bakar, seperti pada sektor transportasi (Wardhana, 1995). Transportasi atau kendaraan bermotor menghasilkan gas karbondioksida, dinitrogen oksida, sulfur

dioksida, dan hidrokarbon, yang akan menyumbang $\frac{1}{3}$ dari total seluruh gas pencemar udara (Kunsuco S, 2011).

2.4.3 Dampak Gas Rumah Kaca

Adanya peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global dan menimbulkan masalah pemanasan global. Adanya peningkatan suhu global ini akan mempengaruhi proses fisik dan kimia yang ada baik di bumi maupun atmosfer dan pada akhirnya berdampak pada perubahan iklim. Jadi perubahan iklim merupakan perubahan yang terjadi pada sistem iklim global akibat langsung atau tidak langsung dari aktivitas manusia yang merubah komposisi atmosfer secara global dan kegaraman iklim yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan. Perubahan yang terjadi akibat fenomena ini diantaranya kenaikan tinggi muka air laut, perubahan pola angin, meningkatnya badai atmosferik, perubahan pola hujan dan siklus hidrologi dan lain-lain dan akhirnya berdampak pada ekosistem hutan, daratan, dan ekosistem alam lainnya. Menurut ADB (2009), dampak dari perubahan iklim di Asia Tenggara apabila tidak ada upaya yang sungguh-sungguh untuk menurunkan emisi GRK dapat menimbulkan kerugian setara dengan 6,7 persen dari PDB per tahun sejak tahun 2020.

Emisi gas rumah kaca menyebabkan meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi atau pemanasan global. Pemanasan global telah memicu terjadinya sejumlah konsekuensi yang merugikan baik terhadap lingkungan maupun aspek kehidupan manusia, seperti:

- a) Mencairnya lapisan es di kutub utara dan selatan. Peristiwa ini mengakibatkan naiknya permukaan air laut secara global yang mengakibatkan sejumlah pulau-pulau kecil tenggelam, banjir rob akibat air pasang yang tinggi.
- b) Meningkatnya intensitas fenomena cuaca ekstrim. Perubahan iklim yang sulit di prediksi berdampak pada sektor pertanian yaitu musim tanam dan musim penghujan yang tak tentu. Hal tersebut dapat berdampak pada masalah penyediaan pangan bagi masyarakat.

- c) Punahnya berbagai flora dan fauna. Keduanya memiliki batas toleransi terhadap suhu, kelembaban, dan kadar air. Kenaikan suhu global akan menyebabkan terganggunya batas toleransi tersebut.

Dalam kondisi yang sesuai, fenomena efek gas rumah kaca sebenarnya membuat suhu bumi menjadi hangat yang menjadikan bumi layak untuk dihuni oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Tetapi apabila kadar efek rumah kaca ini berlebihan atau di atas batas toleransi maka mengakibatkan pemanasan global yang jika semakin dibiarkan bisa menjadi tidak layak huni bagi makhluk hidup (Yuliana K, 2017).

2.4.4 Guna Kajian Gas Rumah Kaca

Kajian gas rumah kaca dapat menjadi acuan untuk langkah aktif yang dilakukan untuk solusi gas rumah kaca, seperti pengurangan emisi gas rumah kaca. Dimulai dari sektor transportasi dan sektor persampahan dapat menjadi langkah untuk pengurangan emisi GRK. melalui pengurangan GRK dapat mengurangi dampak perubahan iklim seperti yang tertulis di Peraturan Presiden No.61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan emisi gas Rumah Kaca (RAN-GRK), RAN-GRK memiliki rencana menurunkan emisi GRK hingga 26% atau 0,767 Gton CO₂ dan dapat mencapai 41% atau 1,244 Gton CO₂ apabila mendapat dukungan dari internasional pada tahun 2020. Melalui hal itu, pemerintah daerah kabupaten atau kota memiliki kewajiban melakukan inventarisasi emisi GRK yang sesuai dengan aturan pada Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional. Pelaksanaan inventarisasi emisi GRK mengacu pada pedoman IPCC (Lestari J, 2017).

2.5 Perhitungan Gas Rumah Kaca

2.5.1 Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca

Berdasarkan berbagai macam kegiatan yang dilakukan oleh bank sampah, terdapat dua kegiatan yang menghasilkan emisi yaitu kegiatan pengangkutan dan pemilahan jika menggunakan mesin pemilah. Maka dari itu estimasi perhitungan gas rumah kaca dilakukan dengan menggunakan metodologi perhitungan tingkat emisi gas

rumah kaca yang terjadi pada pembakaran bahan bakar sumber stasioner dan bergerak yang telah menyesuaikan berdasarkan pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang mengacu pada IPCC *Guidelines* 2006. Berdasarkan IPCC 2006 GL, Ketepatan/ tingkat ketelitian perhitungan emisi GRK telah dikeompokan dalam 3 tingkat. Pada kegiatan inventarisasi GRL, tingkat ketelitian biasa disebut dengan istilah “Tier”. Tingkat ketelitian perhitungan terkait dengan data dan metoda perhitungan yang digunakan, antara lain:

- Tier 1 : Estimasi berdasar data aktifitas dan faktor emisi default (IPCC) (ditetapkan secara internasional dan berlaku di semua negara).
- Tier 2 : Estimasi berdasarkan data aktifitas yang lebih akurat dan faktor emis default IPCC dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (country specific/plant specific)
- Tier 3 : Estimasi berdasarkan metoda spesifik suatu negara dengan data aktivitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (country specific/plant specific)

Faktor emisi yang spesifik pada suatu negara dapat dikembangkan dengan memperhitungkan data spesifik bagi negara tersebut misalnya kandungan karbon dalam bahan bakar, faktor oksidasi karbon, kualitas bahan bakar, dan bagi gas rumah kaca non CO₂ memperhatikan data tertentu di negara tertentu (misal, kandungan karbon dalam bahan bakar yang digunakan, faktor oksidasi karbon, kualitas bahan bakar dan teknologi pembakaran yang digunakan (bagi gas rumah kaca non-CO₂)). Faktor emisi spesifik negara tersebut telah memperhitungkan kondisi negara tersebut maka ketidakpastiannya akan menjadi lebih baik jika dibandingkan dengan estimasi berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi default dari IPCC (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Dalam penelitian ini untuk membandingkan kegiatan pengelolaan sampah yang terbaik maka dibutuhkan pula perhitungan untuk pengelolaan sampah jika ditimbun di TPA dan jika dibakar oleh pihak bank sampah. Pembakaran sampah secara terbuka merupakan salah satu cara yang masih banyak ditemui di Indonesia khususnya di pedesaan karena cara ini dapat menghilangkan timbunan sampah yang murah, mudah. (Wahyudi, 2019). Disisi lain, pembakaran sampah menyebabkan terjadinya emisi FRK dan pencemaran udara karena menghasilkan senyawa-senyawa berbahaya dari hasil pembakaran terbuka seperti CO, CO₂, CH₄, NO_x, SO₂, senyawa volatile organic compound (VOC). Particulate matter 2,5 dan 10 (Das dkk, 2018).

Aktivitas penimbunan sampah memanfaatkan tanah sebagai penutup timbunan sampah. Gas yang paling banyak diemisikan setiap tahunnya adalah gas CH₄ yang didapatkan dari seluruh aktivitas oengelolaan sampah di TPA. Aktivitas pengelolaan sampah yang mengemisikan gas CH₄dengan nilai yang paling tinggi adalah aktivitas penimbunan sampah, karena hampir seluruh sampah yang diangkut dan diolah di TPA ditangani oleh pihak DKP dengan cara ditimbun.

2.5.2 Faktor Emisi

Faktor emisi ialah sebuah koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi setiap unit aktivitas. Faktor emisi dibagi menjadi tiga tingkat (tier), yaitu tier 1, tier 2, dan tier 3. Faktor emisi tier 1 merupakan faktor emisi yang ditetapkan secara internasional dan berlaku di semua negara Faktor emisi tier 2 merupakan faktor emisi spesifik dari sebuah negara. Faktor emisi tier 3 merupakan faktor emisi spesifik dari sebuah pabrik di suatu negara.

Faktor emisi lokal atau tier 2 diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi emisi yang sebenarnya di sguatu negara khususnya Indonesia berdasarkan data aktivitas yang lebih rinci. Pada negara Indonesia, faktor emisi lokal sktor energi telah dikembangkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Energi dan Sumber Daya Mineral (Balitbang ESDM) dan Direktorat Jenderal Kelistrikan yang di bawahi KESDM sejak tahun 2004. Faktor emisi lokal telah dikembangkan ialah pada jenis

bahan bakar minyak, batubara, dan sistem tenaga listrik. (Kementerian ESDM, 2017)

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia berikut faktor emisi dari masing-masing bahan bakar tertulis pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Faktor Emisi CO₂ Bahan Bakar Indonesia

| Jenis Bahan Bakar | Default IPCC (kg CO₂/TJ) | Faktor Emisi Bahan Bakar Indonesia (kg CO₂/TJ) |
|------------------------------------|--|--|
| Bensin RON 92 | 69,3 | 72,600 |
| Bensin RON 88 | 69,3 | 72,967 |
| Avtur | 71,5 | 73,333 |
| Minyak Tanah | 71,9 | 73,700 |
| <i>Automotive Diesel Oil (ADO)</i> | 74,1 | 74,433 |
| <i>Industrial Fuel Oil (RFO)</i> | 74,1 | 74,067 |
| <i>Residual Fuel Oil</i> | 77,4 | 75,167 |
| Batu Bara | 96,1 | 99,718 |
| Gas Alam | 56,1 | 57,600 |

Sumber: Puslitbang Lemigas 2019 dan Puslitbang Tekmira 2018

Tujuan dari penyelenggaraan inventarisasi GRK nasional sesuai yang tercantum dalam peraturan presiden adalah untuk menyediakan informasi secara berkala mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon di tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten/kota serta informasi pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional. Secara spesifik, penggunaan faktor emisi lokal (tier 2 pada kegiatan ini

bertujuan untuk mengetahui perbedaan atau selisih yang diperoleh antar faktor emisi tier 1 dan tier 2 pada hasil penghitungan emisi.

2.6 Studi Terdahulu

Daftar penelitian terdahulu yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3. Studi Terdahulu

| No | Peneliti | Judul | Tujuan | Hasil Penelitian |
|----|---|---|--|--|
| 1 | Esti Rina, Rd. Indah Nirta, Rony Riduan (2020) | Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Bank Sampah Menggunakan Pendekatan Waste Reduction Model (WARM) di Kelurahan Sekumpul Martapura | Mengelola sampah yang tepat dan ramah lingkungan agar tidak mencemari dan merusak lingkungan karena sebagian besar sampah dapat menyumbang GRK dalam bentuk gas metana (CH ₄) | Estimasi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari perhitungan skenario 1 menghasilkan emisi sebesar 59.15 TCO ₂ E. |
| 2 | Amalia Husna, Ivan Indrawan, Isra' Suryati (2022) | Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca (CH ₄ dan CO ₂) dari Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medah Helvetia | Menghitung jumlah emisi GRK parameter CH ₄ dan CO ₂ dari sector sampah rumah tangga pada Kecamatan Medan Johor, Kecamatan Medan Selayang, dan Kecamatan Medan Helvetia serta | Emisi GRK yang dihasilkan berdasarkan kondisi eksisting, yaitu 1.889,305 ton CO ₂ e pada Kecamatan Medan Johor dan 1.848,375 ton CO ₂ e pada Kecamatan Medan Helvetia. |

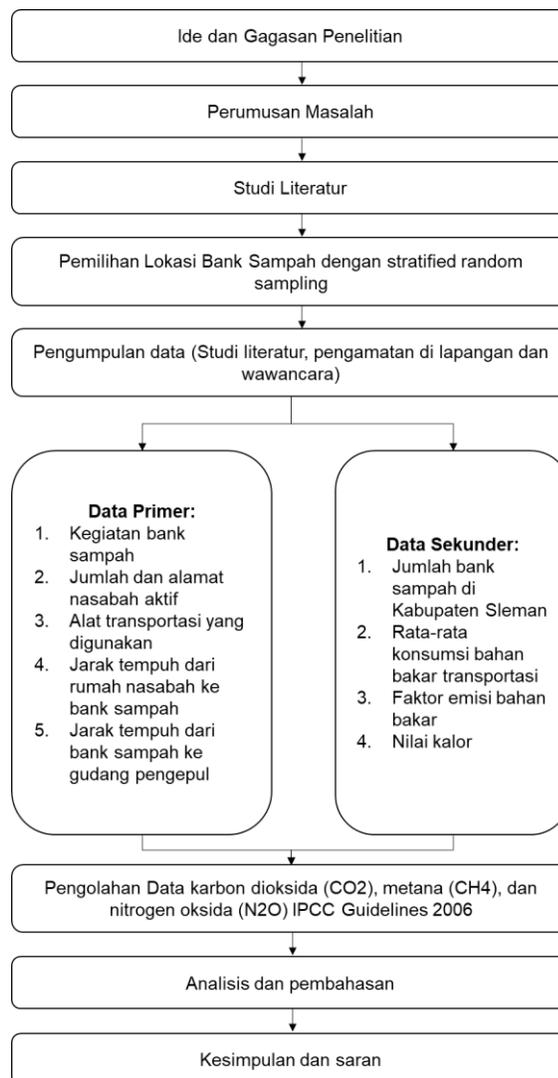
| No | Peneliti | Judul | Tujuan | Hasil Penelitian |
|----|---|--|---|---|
| | | | pemilihan skenario terhadap penurunan GRK. | |
| 3 | Velida Lustria Tiarani, Endro Sutrisno, Haryono Setyo Huboyo (2016) | Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO _x , SO ₂ , HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta dengan Metode Tier 1 dan Tier 2. | Mengetahui beban emisi yang dihasilkan dari tiap jenis kendaraan bermotor dan dari konsumsi bahan bakar minyak. | Beban emisi pencemar NO _x oleh sector transportasi darat paling tinggi dihasilkan oleh kendaraan truk pada semua sumber. |
| 4 | Riska Andria Lina, Endro Sutrisno, Haryono Setiyo Huboyo (2016) | Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O) Akibat Aktivitas kendaraan (Studi Kasus Arean Sukun dan Terminal Terboyo) | Mengetahui beban emisi yang dihasilkan dari tiap jenis kendaraan dari konsumsi bahan bakar minyak. | Beban emisi terbesar dihasilkan oleh bus besar dengan jumlah CO ₂ sebesar 2,089 ton/tahun sedangkan beban CO ₂ terbesar di terminal terboyo dihasilkan oleh bus sedang yaitu 347,97 ton/ta. |

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat diagram alir penelitian yang secara sistematis diuraikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini terdapat di beberapa bank sampah yang berlokasi di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2022, pada Kabupaten Sleman terdapat 235 unit bank sampah, jumlah tersebut terdapat status aktif beroperasi dan terdapat data sampah yang masuk dan sampah yang terkelola. Jumlah bank sampah yang didapat dilakukan stratified random sampling dalam pengumpulan data berdasarkan besaran sampah yang masuk dan terkelola, yang kemudian dibagi menjadi tiga kelompok yaitu Kelompok Besar, Kelompok Sedang, dan Kelompok kecil.

Dalam menentukan titik sampel menggunakan metode Slovin dengan rumus (Sugiyono, 2007)

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \dots\dots\dots(3.1)$$

Di mana,

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah Populasi yaitu jumlah total bank sampah pada wilayah penelitian

e = Batas Toleransi Kesalahan (*error tolerance*) yaitu 15%

Berikut merupakan hasil penentuan jumlah sampel bank sampah yang menggunakan metode *Slovin*.

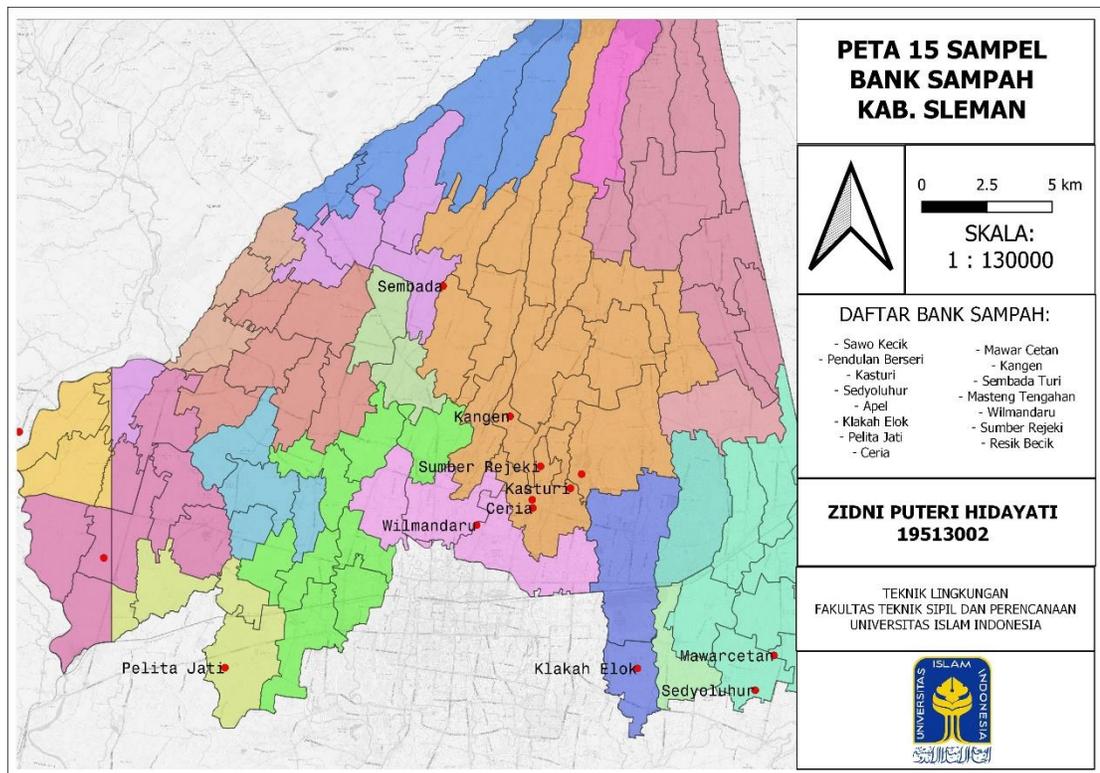
$$n = \frac{235}{1 + (235 \times 0.15^2)}$$
$$n = 37$$

Berdasarkan perhitungan sampling di atas hasil penentuan jumlah sampel menggunakan metode slovin didapatkan jumlah sampel sebanyak 37 bank sampah.

Metode slovin ialah ukuran sampel yang merupakan perbandingan dari populasi dengan presentasi kelonggaran ketidak telitian, karena dalam pengambilan sampel dapat ditoloerir atau diinginkan (Husein, 2010).

Merujuk pada Garaika tahun 2019 bahwa apabila populasi besar dan peneliti tidak memungkinkan jika mempelajari seluruh populasinya karena mempunyai keterbatasan waktu, tenaga, dan dana, sehingga peneliti dapat menggunakan sampel yang diambil dari populasi yang mewakili. Akhirnya peneliti menganbil 15 sampel dari 37 sampel terhitung. Jumlah sampel lokasi yang ditentukan untuk pengambilan data ialah 15 dari kelompok setiap kelompok diambil 5 besar teratas, karena dengan jumlah terbesar dapat mewakili kelompok yang berada di bawahnya.

Berdasarkan pengelompokan 15 lokasi yang didapatkan pada Gambar 3.2.



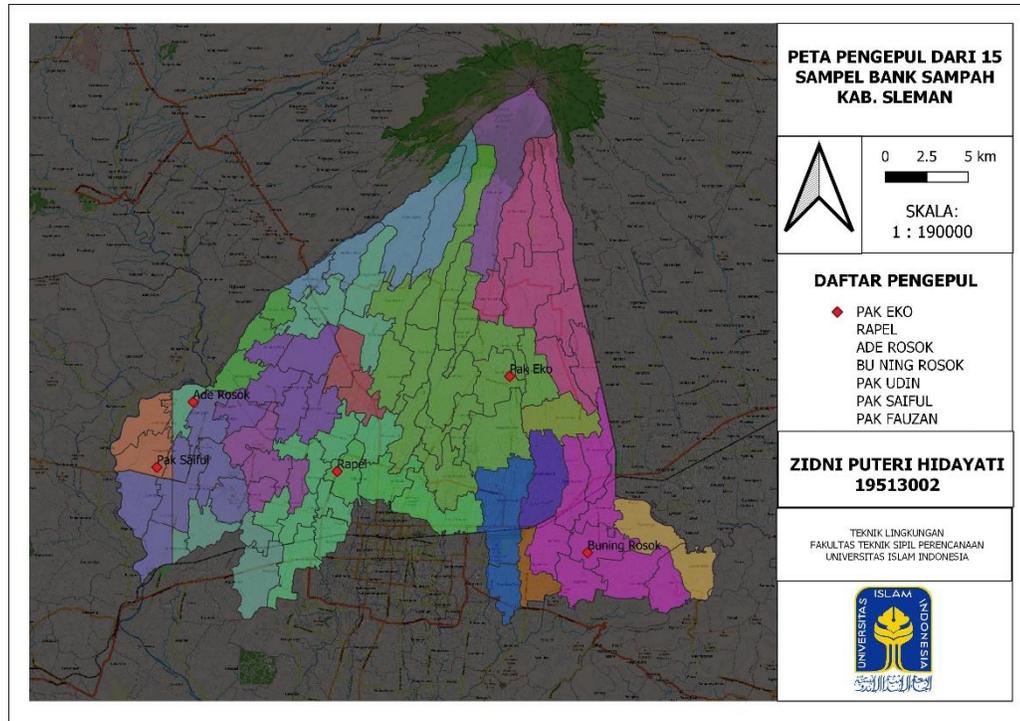
Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian

Berdasarkan pengelompokan 15 lokasi yang didapatkan pada Tabel. 3.1.

Tabel 3. 1. Lokasi Penelitian

| No Sampel | Nama Fasilitas | Alamat | Kalurahan | Kapanewon |
|------------------------|---------------------------------------|--|---------------|---------------|
| Kelompok Besar | | | | |
| 1 | Bank Sampah Sawo Kecil | Balai RW 63, Perum Candi Gebang Permai | Wedomartani | Ngemplak |
| 2 | Bank Sampah Pendulan Berseri | Pendulan RT 02, RW 20 | Sumberagung | Moyudan |
| 3 | Bank Sampah Kasturi | Jalan Swadaya 4, RT 04, RW 12 | Condong Catur | Depok |
| 4 | Bank Sampah Sedyo Luhur | Kranggan 1 | Jogotirto | Berbah |
| 5 | KPSM Bank Sampah Klakah Elok | Jalan Wongso Diryo | Sendangtirto | Berbah |
| Kelompok Sedang | | | | |
| 1 | Bank Sampah Pelita Jati | Parengdawe | Balecatur | Gamping |
| 2 | Bank Sampah Ceria | JalanSeroja 1 | Ngringin | Condong Catur |
| 3 | Bank Sampah Mawar Cetan | Jalntren | Jogotirto | Berbah |
| 4 | Bank Sampah Sekar Wangi | Donolayan | Donoharjo | Ngaglik |
| 5 | Bank Sampah Kangen | Kadipuro, RT 03, RW, 24 | Sinduharjo | Ngaglik |
| Kelompok Kecil | | | | |
| 1 | Bank Sampah Sembada | Donoasih | Donokerto | Turi |
| 2 | Bank Sampah Pemda Masteng Tengahan XI | Tengahan | Sendangagung | Minggir |
| 3 | Bank Sampah Wilmandaru | Jalan Sanca Karanguni | Caturtunggal | Depok |
| 4 | Bank Sampah Sumber Rejeki | Jalan Mijil | Manukan | Condongcatur |
| 5 | Bank Sampah Resik Becik | Kebitan | Sendangarum | Minggir |

Aktivitas bank sampah juga melibatkan pengepul, yang mana pihak bank sampah juga menyetorkan sampahnya kepada pengepul. Terdapat 7 sampel pengepul ialah mereka yang bekerjasama dengan 15 sampel bank sampah yang diketahui melalui wawancara oleh pihak bank sampah.



Gambar 3. 3. Lokasi pengepul

Tabel 3. 2. Lokasi Pengepul dari 15 Sampel Bank Sampah

| Nama Bank Sampah | Nama Pengepul | Alamat | Metode Pengolahan | Tujuan Penyetoran | Jenis Sampah yang disetorkan |
|------------------------|------------------|---|-------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Resik Becik | Bapak Saiful | Klepu, Sendangmulyo, Kec. Minggir, Kabupaten Sleman | Pemilahan | Pengepul Plastik Besar | Plastik |
| | | | | Pengepul Kardus | Kardus |
| | | | | PT. Suparma Jawapos Surabaya | Kertas |
| | | | | Sales Besi | Besi |
| Sumber Rejeki | Pak Fauzan | Patukan, Ambarketawang, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman | Pemilahan | PT. Papertech Indonesia | Kertas, Kardus, Duplek |
| Wilmandaru | | | | Jatim Steel Bondek | Besi |
| Pelita Jati | | | | kantor MSP cirebon | Plastik |
| Pemda Masteng Tengahan | Ade Rosok | Parakan Wetan, Sendangsari, Kec. Minggir, Kabupaten Sleman | Pemilahan | Pengepul Pak Budi | Plastik |
| | | | | Bintang Terang Abadi Putera | Kardus dan Kertas |
| | | | | ADI MULYA,CV, | Besi/Logam |
| Sembada | Rapel | Jl. Siliwangi No.66, Baturan, Trihanggo, Sleman, Kabupaten Sleman | Pemilahan | PT Inocycle Technology Group Tbk | Plastik, besi |
| | | | | UD Bintang Raya | Kardus dan Kertas |
| Kangen | Pak Eko Jangkang | Karanglo, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman Regency | Pemilahan | Pengepul Plastik Besar | Plastik |

| Nama Bank Sampah | Nama Pengepul | Alamat | Metode Pengolahan | Tujuan Penyetoran | Jenis Sampah yang disetorkan |
|------------------|---------------|--|-------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Ceria | | | | Pengepul Kardus | Kardus |
| Klakah Elok | | | | PT. Suparma Jawapos Surabaya | Kertas |
| Kasturi | | | | Sales Besi | Besi |
| Sawo Kecil | | | | | |
| Apel | | | | | |
| Mawar Cetan | Bu Ning Rosok | Nogosari, Kec. Berbah, Kabupaten Sleman | Pemilahan | PT. Kanaya Recycle Indonesia Klaten | Kertas, Kardus, Duplek |
| Sedyoluhur | | | | UD. Wahyu Mandiri | Besi |
| | | | | PT LANGGENG AGUNG NUSANTARA PLASTIK | Plastik |
| Pendulan Berseri | Pak Udin | National Rte 3 16, Klangon, Argosari, Sedayu, Bantul Regency | Pemilahan | PT. Kanaya Recycle Indonesia Klaten | Kertas, Kardus, Duplek |
| | | | | UD. Wahyu Mandiri | Besi |
| | | | | PT LANGGENG AGUNG NUSANTARA PLASTIK | Plastik |

Pelaksanaan menuju lapangan penelitian ialah sesuai dengan waktu yang telah disepakati bersama pengelola bank sampah atau pengepul atau hari libur kerja saat bank sampah sedang beroperasi dengan rentang waktu penelitian Bulan Maret – Bulan September.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan menggunakan media kuisioner serta survei lapangan untuk mendapatkan data yang sebenar-benarnya. Kebutuhan data primer meliputi:

Tabel 3. 3. Kebutuhan Data Primer

| No | Jenis Data | Sumber |
|----|--|---|
| 1 | Jumlah Nasabah | Wawancara ke pengurus bank sampah |
| 2 | Alamat Nasabah (antara lain: RW, Padukuhan, Kapanewon) | Wawancara ke pengurus bank sampah |
| 3 | Alat Transportasi yang digunakan | Wawancara ke pengurus bank sampah |
| 4 | Jarak tempuh dari rumah nasabah ke bank sampah | Wawancara ke pengurus bank sampah, Google maps (Penentuan jarak dengan metode kluster berdasarkan RW, Padukuhan, Kapanewon) |
| 5 | Jarak tempuh dari bank sampah ke gudang pengepul | Wawancara ke pengurus bank sampah, Google maps |
| 6 | Jarak tempuh dari gudang pengepul ke industri daur ulang | Wawancara ke pengurus pengepul, Google maps |
| 7 | Berat sampah terkelola | Wawancara ke pengurus bank sampah |

Sedangkan data sekunder merupakan data hasil penelitian atau survei yang sebelumnya pernah dilakukan, untuk kebutuhan data sekunder meliputi:

Tabel 3. 4. Kebutuhan Data Sekunder

| No | Jenis Data | Sumber Data |
|----|--|---|
| 1 | Faktor emisi bahan bakar tier-1 dan tier-2 (IPCC) | Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral |
| 2 | Jumlah bank sampah di Kabupaten Sleman | Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional 2022 |
| 3 | Jumlah sampah masuk dan dikelola di bank sampah Kabupaten Sleman | Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional 2022 |
| 4 | Faktor emisi | Puslitbang Lmigas (2019), Puslitbang Lemigas (2018), IPCC (2006) |
| 5 | Nilai kalor | KLHK (2012) |
| 6 | Rata-rata konsumsi bahan bakar | Lestari (2017) |
| 7 | Nilai angka default dry matter, MCF, DOC, dan OX | IPCC (2006) |

3.4 Metode Identifikasi Aktivitas Operasional Bank Sampah

Dalam identifikasi aktivitas operasional pada bank sampah akan menggunakan metode literatur yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu dalam bidang pengelolaan sampah dan perhitungan emisi gas rumah kaca. Berikut langkah-langkah untuk mengidentifikasi aktivitas operasional di bank sampah Sleman untuk penelitian gas rumah kaca.

1. Studi literatur, dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang jumlah bank sampah di Kabupaten Sleman beserta lokasi geografis yang tepat dan identifikasi aktivitas operasional yang umum dilakukan di bank sampah, seperti pengumpulan, pemilahan, pengolahan dan pengangkutan sampah sesuai

dengan pedoman atau regulasi yang terkait dengan pengelolaan sampah di Sleman.

2. Pembuatn Kuisisioner, identifikasi yang mencakup pertanyaan terkiat aktivitas operasional bank sampah dan faktor-fakto yang mempengaruhi emisi gas rumah kaca untuk pengukuran emisi gas rumah kaca, seperti volume sampah yang diolah, jenis pengolahan sampah (misal, kompos, daur ulang, pembakaran), dan penggunaan bahan bakar.
3. Pengumpulaln data yaitu melakukan survei tentang aktivitas operasional seperti jenis dan volume sampah yang diterima. Metode pemilahan dan pengolahan di setiap bank sampah di Sleman dengan menggunakan kuisisioner.

Tujuan identfkasi aktivitas operasional bank sampah yang menghasilkan gas rumah kaca ialah untuk memahami praktik-praktik yang berkontribusi pada emisi gas rumah kaca di bank sampah tersebut. Dengan mengidentifikasi aktivitas-aktivitass tersebut peneliti dapat mengukur dan menganalisis emisi gas rumah kada yang dihasilkan, sehingga dapat diambil langkah-langkah pengelolaan yang lebih berkelanjutan dan upaya pengurangan emisi yang efektif.



Gambar 3. 4. Wawancara dan Survei Pihak Bank Sampah dan Pengepul



3.5 Perhitungan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah

3.5.1 Perhitungan Emisi dari Sumber Bergerak

Analisis data diperlukan guna memecahkan masalah dalam penelitian ini. Pada penelitian ini diperlukan data untuk dapat mengetahui kegiatan bank sampah di Kabupaten Sleman yang menghasilkan emisi gas rumah kaca. Dari hasil identifikasi aktivitas bank sampah yang berpotensi berkontribusi sebagai penghasil gas rumah kaca ialah pengangkutan sampah dari nasabah menuju bank sampah dan bank sampah menuju pemanfaat dengan menggunakan transportasi bahan bakar fosil. Emisi karbon yang dihasilkan menjadi salah satu penyumbang GRK pembakaran bahan bakar transportasi yaitu CO₂, CH₄, dan N₂O.

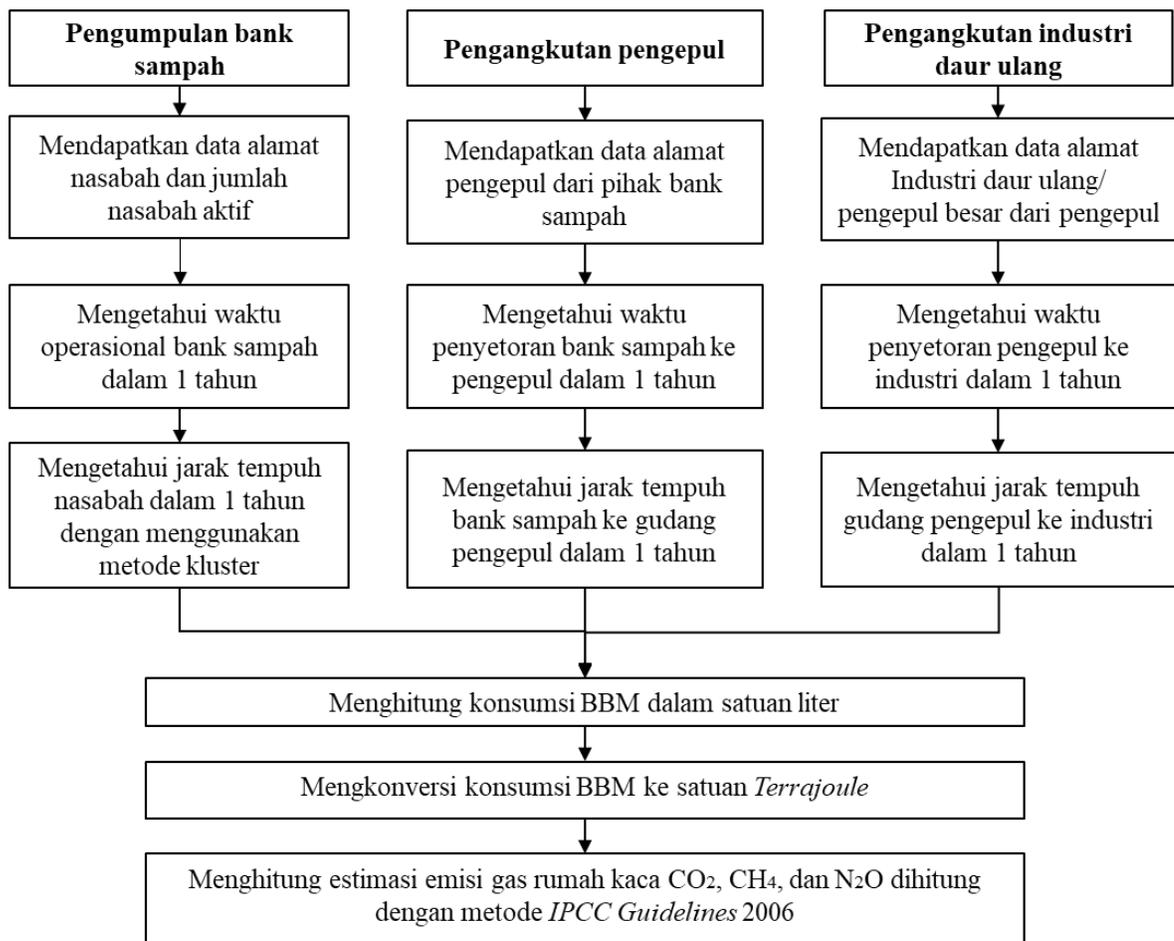
Model dasar perhitungan emisi GRK paling sederhana yaitu menggunakan metode perhitungan berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi.

Tabel 3. 5. Metode Perhitungan Masing-Masing Emisi Gas Rumah Kaca

| No. | Senyawa Emisi Gas Rumah Kaca | Metode Perhitungan |
|-----|------------------------------|--------------------|
| 1. | CO ₂ | IPCC 2006 Tier-2 |
| 2. | CH ₄ | IPCC 2006 Tier-1 |
| 3. | N ₂ O | IPCC 2006 Tier-1 |

Analisa untuk meningkatkan kedetailan dalam perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yaitu dihitung menggunakan pedoman penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca nasional yang mengacu pada IPCC *Guidelines* 2006 tentang pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak. Sistem perhitungan emisi membutuhkan beberapa data spesifik, meliputi: data jumlah bahan bakar, rute dan jarak pengangkutan didapatkan dengan cara routing rute pengangkutan dan wawancara kepada petugas pengangkut sampah di lokasi sampling. Dengan didapatkannya data lapangan tersebut selanjutnya akan dilakukan perhitungan estimasi emisi GRK dengan menggunakan metode perhitungan Tier-1 dan Tier-2. Tier 1 ialah faktor emisi rata-rata dunia yang diterbitkan oleh *Intergovernmental panel on climate change* (IPCC) sedangkan Tier 2 ialah sampel bahan bakar dalam negeri yang mengacu pada faktor emisi nasional.

Faktor emisi merupakan suatu koefisien untuk menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas, yang dimaksud unit aktivitas yaitu jumlah konsumsi bahan bakar per satuan kendaraan.



Gambar 3. 5. Skema Langkah Perhitungan GRK pada aktivitas bank sampah

Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi GRK dari aktivitas operasional bank sampah adalah sebagai berikut:

➤ **Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi Bahan Bakar transportasi dihitung menggunakan satuan liter dengan mengetahui jarak tempuh dan efisiensi bahan bakar kendaraan. Formula untuk menghitung konsumsi transportasi adalah:

$$\begin{aligned} & \textbf{Konsumsi Transportasi (BBa)} \\ & = \textbf{Jarak Tempuh(km)} \div \textbf{Efisiensi Bahan Bakar} \left(\frac{\textbf{km}}{\textbf{L}} \right) \\ & \dots\dots\dots(3.2) \end{aligned}$$

Keterangan:

Konsumsi :Jumlah Bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan dalam satuan volume

Jarak tempuh :jarak yang ditempuh oleh kendaraan (km)

Efisiensi :jumlah jarak yang dapat ditempuh kendaraan dengan satu satuan volume bahan bakar (km/l)

Cara menentukan jarak tempuh dari rumah nasabah menuju bank sampah adalah dengan metode cluster, membuat klistster-klaster berdasarkan tingkat rukun tetangga (RT) setiap RT diambil jarak rata-rata dari rumah terjauh dan rumah terdekat menuju bank sampah, dengan rute pulang pergi. Perhitungan rata-rata konsumsi bahan bakar didapatkan dengan membagi nilai Panjang perjalanan tahunan dengan rata-rata konsumsi bahan bakar. Diasumsikan bahwa semua mobil dan sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin, sedangkan truk menggunakan bahan bakar solar, sedangkan truk menggunakan solar sebagai bahan bakarnya (Kemenhub, 2010). Asumsi bahan bakar rata-rata yang digunakan yaitu:

- Sepeda motor roda dua/ tiga = 21.5 km/liter bensin
- Mobil pick up = 7.8 km/liter bensin
- Truk = 4,5 km/ liter solar

➤ **Konsumsi Energi**

Konsumsi Energi(Tj)

$$= \text{Bahan Bakar Dikonsumsi (liter)} \times \text{Nilai Kalor} \left(\frac{\text{Tj}}{\text{Liter}} \right)$$

.....(3.3)

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia berikut nilai kalor dari masing-masing bahan bakar seperti pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6. Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

| Bahan Bakar | Nilai Kalor | Penggunaan |
|--|---|--|
| Premium* | 33×10^{-6} TJ/liter | Kendaraan bermotor |
| Solar (HSD, ADO) | 36×10^{-6} TJ/liter | Kendaraan bermotor, Pembangkit listrik |
| Minyak Diesel (IDO) | 38×10^{-6} TJ/liter | Boiler industri, Pembangkit listrik |
| MFO | 40×10^{-6} TJ/liter $4,04 \times 10^{-2}$ TJ/liter | Pembangkit listrik |
| Gas Bumi | $1,055 \times 10^{-6}$ TJ/SCF $38,5 \times 10^{-6}$ TJ/Nm ³ | Industri, Rumah tangga, Restoran |
| LPG | $47,3 \times 10^{-6}$ TJ/kg | Rumah tangga, Restoran |
| Batubara | $18,9 \times 10^{-3}$ TJ/ton | Pembangkit listrik, Industri |
| Catatan:*) termasuk Pertamina, Pertamina Plus HSD : High Speed Diesel ADO: Automotive Diesel Oil IDO: Industrial Diesel Oil | | |

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

➤ **Analisis Emisi CO₂**

Analisis emisi CO₂ menggunakan metode Tier-2, dikarenakan sudah dapat faktor emisi spesifik yang sudah ditetapkan di Indonesia. Tabel x adalah faktor emisi bahan bakar yang sudah ditetapkan oleh badan penelitian dan pengembangan energi dan sumber daya mineral (Balitbang ESDM).

Tabel 3. 7. Faktor Emisi CO2 Bahan Bakar Indonesia (Tier-2)

| <i>Jenis Bahan Bakar</i> | <i>Tier-2 (Kg CO₂/TJ)</i> |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Bensin RON 92 | 72.600 |
| Bensin RON 88 | 72.967 |
| Avtur | 73.333 |
| Minyak Tanah | 73.700 |
| Automotive Diesel Oil (ADO) | 74.433 |
| Industrial Diesel Oil (IDO) | 74.067 |
| Residual Fuel Oil (RFO) | 75167 |
| Batubara | 99.718 |
| Gas Alam | 57.600 |

Sumber:

- 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2*
- Puslitbang Lemigas, 2017
- Puslitbang Tekmira, 2016

$$Emisi CO_2/CH_4/N_2O = \sum_a Konsumsi Energi_a \times Faktor Emisi_a \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana:

- Emisi CO₂/CH₄/N₂O : Emisi CO₂/CH₄/N₂O (kg/tahun)
- Konsumsi Energi_a : Energi dikonsumsi (Tj/tahun)
- Faktor Emisi_a : Faktor Emisi CO₂ menurut jenis bahan bakar spesifik Indonesia Tier-2 / Faktor emisi CH₄ menurut jenis bahan bakar default IPCC 2006 (Tier-1) / Faktor Emisi N₂O menurut jenis bahan bakar default IPCC 2006 (Tier-1) (kg gas/TJ)
- a : Jenis bahan bakar (premium, solar)

➤ **Analisis Emisi CH4 dan N2O**

Analisis emisi dengan perhitungan tier-2 terbatas digunakan pada gas CO₂ sedangkan gas CH₄ dan N₂O masih menggunakan metode perhitungan Tier-1 dikarenakan belum terdapat pengembangan faktor emisi untuk kedua

jenis gas tersebut di Indonesia, sehingga estimasi emisis untuk gas CH₄ dan N₂O berdasarkan faktor emisi default IPCC 2006 yang ditampilkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8. Faktor Emisi CH₄ Default IPCC (Tier-1)

| Jenis Bahan Bakar | FE <i>Default IPCC 2006 sumber bergerak, Ton/GJ</i> |
|-------------------------------------|---|
| | CH ₄ |
| Gas bumi (CNG) | 92 |
| Premium-RON 92 Tanpa katalis | 25 |
| Diesel / ADO | 3.9 |

Sumber: IPCC *Guidelines*, 2006

Jenis bahan bakar berikut faktor emisi Default IPCC (tier 1) untuk emisi gas N₂O ditunjukkan pada Tabel 3.9.

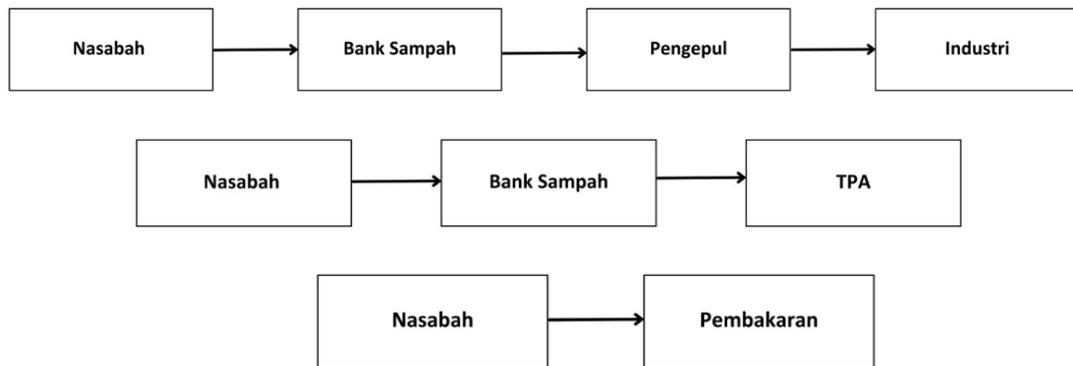
Tabel 3. 9. Faktor Emisi N₂O Default IPCC (Tier-1)

| Jenis Bahan Bakar | FE <i>Default IPCC 2006 sumber bergerak, Ton/GJ</i> |
|-----------------------|---|
| | N ₂ O |
| Gas bumi (CNG) | 3 |
| Premium-tanpa katalis | 8 |
| Diesel / ADO | 3.9 |

Sumber: IPCC *Guidelines*, 2006

3.6 Skema Skenario Pengolahan Sampah

Skenario dari pengolahan sampah terdapat dua skenario yaitu skenario pembakaran dan penimbunan. Hal ini dilakukan untuk membandingkan gas emisi rumah kaca yang dihasilkan dari 15 bank sampah jika sampah akan ditimbun di TPA. Dibandingkan dengan pembakaran sebab aplikasi pembakaran sampah masih lumayan universal terjalin di sebagian daerah di Indonesia. Dengan menghitung emisi pembakaran sampah serta pembungkuan sampah di landfill ini untuk mengetahui seberapa efisien adanya bank sampah dalam pengurangan emisi gas rumah kaca



Gambar 3. 6. Skema Skenario Aktivitas Bank Sampah, Penimbunan, dan Pembakaran

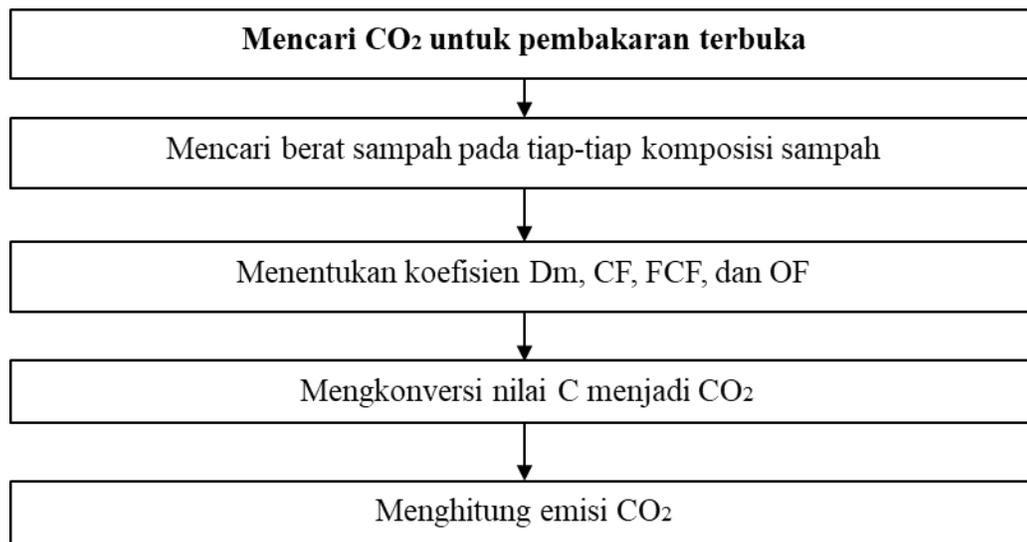
3.6.1 Perhitungan Emisi Pada Sampah dari *Open Burning* (Pembakaran Terbuka)

Setelah semua hasil emisi gas rumah kaca dari (CO_2 , CH_4 , N_2O) diketahui dari aktivitas operasional bank sampah, akan dilakukan perbandingan dengan emisi gas rumah kaca, dengan dua skenario yaitu apabila sampah yang diterima oleh ke 15 bank sampah akan dilakukan pembakaran terbuka dan langsung dibuang ke landfill. Tujuan untuk membandingkan hasil emisi gas rumah kaca dengan skenario pembakaran adalah untuk mengetahui sejauh mana proses pengelolaan sampah melalui bank sampah apakah lebih efektif mereduksi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan cara

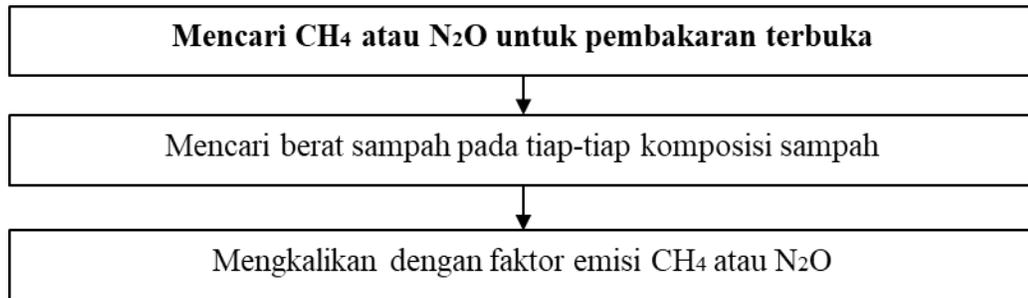
pengelolaan sampah konvensional serta mengidentifikasi pilihan pengelolaan sampah yang lebih efektif untuk mengurangi dampak lingkungan seperti gas rumah kaca.

Tabel 3. 10. Dry Matter Content %

| Komposisi | Dry Matter content (% berat basah) | Total kandungan karbon dalam % berat kering | Fraksi karbon fosil dalam % total karbon | Faktor oksidasi (OF) % |
|-----------------|------------------------------------|---|--|------------------------|
| | Default | | | |
| Kertas/Kardus | 90 | 46 | 1 | 58% |
| Tekstil | 80 | 50 | 20 | |
| Sampah Makanan | 40 | 38 | - | |
| Kulit dan Karet | 84 | 67 | 20 | |
| Plastik | 100 | 75 | 100 | |
| Logam | 100 | NA | NA | |
| Gelas | 100 | NA | NA | |



Gambar 3. 7. Skema Langkah Perhitungan GRK CO2 Skenario Pembakaran



Gambar 3. 8. Skema Langkah Perhitungan GRK CH₄ dan N₂O Skenario Pembakaran

- **Emisi CO₂**

Berdasarkan IPCC 2006 *Guidelines*, rumus emisi CO₂ gas rumah kaca pembakaran pada limbah dengan pembakaran terbuka adalah:

$$Emisi\ CO_2 = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana:

- Emisi CO₂ = emisi CO₂ dalam tahun inventori (Gg/tahun)
- MSW = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
- WF_j = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)
- Dm_j = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah
- CF_j = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)
- FCF_j = fraksi karbon fosil di dalam karbon total
- OF_j = faktor oksidasi (fraksi)
- 44/12 = faktor konversi C menjadi CO₂
- j = komponen dari sampah (kertas/kardus, karet, plastik, logam, kaca, dll).

- **Emisi CH₄**

Emisi CH₄ yang timbul dari pembakaran terbuka merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Pada pembakaran terbuka, fraksi karbon yang tidak teroksidasi cukup besar. Untuk pembakaran limbah secara terbuka, faktor emisi CH₄ adalah 6500 g/t MSW berat basah. Nilai ini ditetapkan sebagai faktor emisi CH₄.

$$Emisi CH_4 = \sum i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

- Emisi CH₄ = emisi CH₄ dalam tahun inventori (Gg/tahun)
- Iwi = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
- EFi = fraksi emisi CH₄ (kg CH₄/kg sampah)
- 10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg
- i = kategori sampah yang dibakar

- **Emisi NO₂**

Untuk pembakaran limbah secara terbuka, faktor emisi N₂O menurut default IPCC adalah 150 g N₂O/t sampah

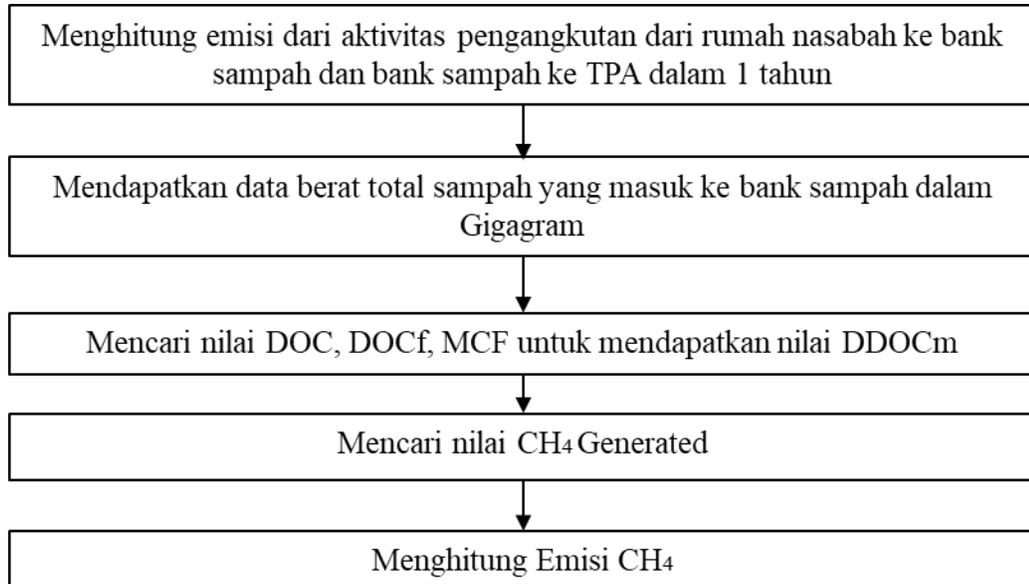
$$Emisi N_2O = \sum i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

- Emisi N₂O = emisi N₂O dalam tahun inventori (Gg/tahun)
- Iwi = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
- Efi = fraksi emisi N₂O (kg CH₄/kg sampah)
- 10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg
- i = kategori sampah yang dibakar.

3.6.2 Perhitungan Emisi Pada Penimbunan Sampah di TPA

Berdasarkan IPCC 2006 dalam Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional oleh KemenLHK, dalam menghitung emisi GRK dari landfill dapat menggunakan persamaan berikut:



Gambar 3. 9. Skema Langkah Perhitungan GRK CH4 Skenario Penimbunan

- **Emisi CH₄**

Emisi CH₄ pada tahun T, Gigagram

$$= \left[\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T) \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan:

$\sum H_4 \text{ generated } xT$ = CH₄ yang terbentuk pada Tahun T hasil degradasi komponen organik jenis tertentu (x) yang tersimpan dalam sampah (DDOC)

R = Recovery CH₄ di TPA

OX_r = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi

Oxidation Faktor (OX) atau faktor oksidasi menggambarkan jumlah CH₄ dari TPA yang teroksidasi di tanah atau material yang menutupi sampah lainnya. Nilai OX bervariasi dari yang dapat diabaikan (0,0) sampai 0,1.

Tabel 3. 11. Faktor Oksidasi Menggambarkan Jumlah CH₄ dari TPA

| Jenis TPA | Angka Default |
|---|---------------|
| Managed (tidak berpenutup bahan teraerasi), unmanaged, uncategorized | 0 |
| Managed (berpenutup bahan yang mengoksidasi CH ₄ seperti tanah/kompos) | 0,1 |

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006*

$$\sum_x CH_4 generated_{x,T} = DDOCm \times F \times \frac{16}{12} \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

CH₄, *generated* T = CH₄ yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)

DDOCm = Massa DOC (komponen karbon organik yang dapat terdekomposisi) yang tersimpan pada sampah di TPA, Gg F = Fraksi (%-volume) CH₄ pada gas yang dihasilkan di landfill, nilai F menurut default IPCC adalah 50%.

16/12 = Rasio berat molekul CH₄/C (ratio)

Tabel 3. 12. Methane Correction Faktor

| Tipe TPA | Nilai | Keterangan |
|-------------------|-------|---|
| Managed Anaerobic | 1 | Memiliki salah satu dari kriteria yaitu punya lapisan penutup, dikompaksi atau sampah yang bertingkat |

| Tipe TPA | Nilai | Keterangan |
|----------------------|-------|--|
| Managed Semi Aerobic | 0,5 | Memiliki material penutup permeable, sistem pengaliran lindi, dan sistem ventilasi gas |
| Unmanaged deep>5m | 0,8 | Tidak memenuhi kriteria dan dalam |
| Unmanaged shallow<5m | 0,4 | Tidak memenuhi kriteria dan dangkal |
| Uncategorized | 0,6 | Tidak dapat dikategorikan |

$$DDOCm = W \times DOC \times DOCf \times MCF$$

.....(3.10)

Keterangan:

DDOCm = Massa DOC yang terdeposisi, Ggram

W = Massa limbah yang terdeposisi, Ggram

DOC = Fraksi degradable karbon organik pada tahun deposisi sampah, Gg C/Gg waste

DOCf = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anerobik, fraksi

MCF = Faktor koreksi CH₄, yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik (sebelum kondisi anerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah

$$DOC = (DOC \times Wi)$$

.....(3.11)

Dimana:

DOC = Nilai Degradable Organik Carbon dalam sampah (Gg C/ Gg sampah)

DOC_i = Nilai DOC sampah jenis i

W_i = Fraksi sampah jenis i terhadap total sampah

Gas-gas yang termasuk GRK ini memiliki potensi yang besar dalam pemanasan global yang potensinya diperhitungkan dalam potensi CO₂, atau dikenal sebagai Global Warming Potential (GWP). GWP ialah besaran efek radioaktif RK yang dibandingkan dengan CO₂, yang artinya GWP ialah indikasi berapa ton emisi CO₂ setara dengan satu ton dari setiap GRK lainnya (Purwanta,

Tabel 3. 13. Konversi GWP

| Emisi Gas Rumah Kaca | Periode 100 Tahun | | | Periode 20 Tahun | | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------------|------------|-----------|
| | AR4 (2007) | AR5 (2014) | AR6 (2021) | AR4 (2007) | AR5 (2014) | AR6(2021) |
| CO ₂ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CH ₄ (fossil) | 25 | 28 | 29,8 | 72 | 84 | 82,5 |
| CH ₄ (non-fossil) | | | 27,2 | | | 80,8 |
| N ₂ O | 298 | 265 | 273 | 289 | 264 | 273 |

Sumber : IPCC 2021

Berdasarkan analisis data gas emisi gas rumah kaca di atas dapat disimpulkan, bahwa:

1. Hasil analisis emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) yang dihasilkan dari aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Sleman dalam satu tahun.
2. Hasil analisis data akan dibandingkan dengan hasil emisi gas rumah kaca jika sampah yang masuk ke bank sampah dilakukan pengolahan limbah padat secara *open burning* (pembakaran terbuka) dan penimbunan limbah padat ditempat pembuangan akhir (TPA) atau *landfill*
3. Diketahui parameter emisi gas rumah kaca yang berkontribusi secara signifikan dari aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Sleman
4. Diketahui perbedaan emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) antara bank sampah satu dan bank sampah yang lain juga dapat diketahui faktor-faktor penentu yang berkontribusi pada emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) di bank sampah kabupaten Sleman, faktor tersebut antara lain jumlah sampah

yang dikelola serta penggunaan energi dalam aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Sleman

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivitas Operasional Bank Sampah

Identifikasi aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Sleman yang mengambil 15 sampel bank sampah dengan tujuan untuk memberi informasi dan pengertian lebih dalam terkait mekanisme pelaksanaan dalam pengelolaan sampah bank sampah di lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara tertulis untuk jumlah nasabah berkisar antara 22 – 374 nasabah. Jumlah nasabah tergantung dari keaktifan masing-masing nasabah di bank sampah tersebut. Dalam hal ini terdapat pula syarat menjadi nasabah bank sampah, dengan cukup membawa sampah yang sudah dipilah dari masing-masing rumah tangga lalu sudah dapat dicatat sebagai nasabah bank sampah di Kabupaten Sleman. Syarat nasabah yang cukup mudah membuat cakupan wilayah yang bank sampah layani juga menjadi sangat luas. Cakupan wilayah yang terlayani oleh bank sampah tertentu yang masih di sekitar wilayah bank sampah seperti RT, RW, hingga dusun, namun terdapat pula nasabah yang di luar wilayah seperti dari kecamatan lain dan kelurahan lain.

Aktivitas pemilahan sampah sudah banyak dilakukan oleh nasabah yang sudah lama menjadi nasabah, maka dari itu untuk nasabah baru akan diberikan edukasi tentang pemilahan sampah oleh pengelola bank sampah. Jenis sampah yang terpilah juga sudah ditentukan oleh setiap masing-masing bank sampah yang kebanyakan jenis sampah yang diterima pasti sampah anorganik berupa kertas/karton, plastik, logam, kaca, dan karet, sejauh ini untuk sampah anorganik masih belum diterima oleh bank sampah kecuali minyak jelantah. Melihat 15 sampel bank sampah pengelolaan sampah organik masih oleh masing-masing warga dan pengelolaannya dibakar atau menjadi pakan ternak.

Aktivitas lanjutan yaitu proses pengumpulan atau penyetoran sampah dilakukan secara terjadwal dan rutin, mulai dari sebulan sekali, tiga minggu sekali dan

seminggu sekali yang hari-hari sudah ditentukan oleh masing-masing bank sampah. Setiap sampel bank sampah memiliki sistem pengantaran yang beragam seperti nasabah mengantar sampahnya sendiri menuju bank sampah atau diambil oleh pengelola bank sampah untuk dibawa menuju bank sampah. Alat transportasi yang digunakan pun juga beragam, kebanyakan nasabah bank sampah mengantarkan sampahnya menggunakan kendaraan bermotor roda dua, sedangkan kalau pihak bank sampah mengambil sampah di nasabah biasa menggunakan roda 3 atau gerobak. Setelah kegiatan pengumpulan sampah, sampah yang telah disetor ke bank sampah akan ditimbang per masing-masing jenis sampah lalu berat sampah per masing-masing jenis akan dicata ke dalam buku tabungan nasabah dan buku administrasi pengelola bank sampah.

Setelah hasil sampah terkumpul dari pihak bank sampah akan melakukan pemilahan lebih detail karena dari beberapa nasabah masih mencampur jenis sampah setiap bank sampah memiliki jenis sampah yang harus dipilah berdasarkan permintaan pengepul, misalnya seperti pemisahan label plastik yang menempel pada botol plastik, pemisahan bungkus plastik *sachet* yang bersih dan kotor, membagi kategori jenis kertas. Pemilahan yang dilakukan oleh bank sampah sebelum disetorkan kepada pengepul guna untuk menambah nilai jual sampah.

Setelah proses pemilahan, penimbangan dan pencatatan, sampah yang telah terkumpul akan disimpan di gudang bank sampah sekitar 1 – 4 minggu sebelum diangkut oleh pihak pengepul. Tetapi beberapa bank sampah masih ada yang belum memiliki gudang mandiri maka sampah yang terkumpul dititipkan sementara di rumah warga yang bersedia. Menurut pengelola bank sampah, biasanya pengepul menjemput sampah ke bank sampah menggunakan kendaraan pick up atau truk.

Informasi lebih rinci mengenai aktivitas operasional dari 15 sampel bank sampah di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2

Tabel 4. 1. Informasi 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman

| Nama Bank Sampah | Sawo Kecil | Pendulan Berseri | Kasturi | Sedyoluhur | Apel | KPSM Klakah Elok | Ceria |
|---|--|--|---|--|--|---|--|
| Alamat Bank Sampah | Balai RW 63, Perum Candi Gebang Permai | Pendulan, RT 02/RW 20, Sumber agung, Moyudan | Jl. Swadaya 4/124 d, RT 04/RT 12, Karangasam, Gempol. | Jl. Kranggan I, Jogotirto, Berbah | Jl. Cempaka No.143, Condongcatur | Jl. Wongso Diryo, Sendang, Sendangtirto, Kec Berbah | Jl. Serojai 1, RT 06/RW 22, Padukuhan Ngringin, Condongcatur |
| Jumlah Nasabah Aktif | 234 | 111 | 89 | 25 | 237 | 22 | 21 |
| Cakupan Pelayanan | Padukuhan (Per Blok) | Padukuhan (RT) dan beberapa luar dukuh | Padukuhan (RT) | Padukuhan (RW) | Padukuhan (RW) | Padukuhan (RW) dan dukuh lain | Padukuhan (RT) |
| Jadwal Operasional | 1 minggu sekali | 1 minggu sekali namun untuk penyetoran terbuka | 1 minggu sekali namun untuk penyetoran terbuka | 1 bulan sekali untuk penyetoran terbuka | 1 minggu sekali setiap hari minggu | 1 bulan sekali untuk penyetoran terbuka | 1 bulan sekali untuk penyetoran terbuka setiap tanggal 17 |
| Jenis Sampah yang diterima | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet, Minyak Jelantah |
| Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir) | 1362,5 | 1653 | 512,3 | 738 | 1777,07 | 515 | 465,5 |
| Metode pengolahan | Pemilahan | Pemilahan, Pembuatan EcoEnzym | Pemilahan | Pemilahan | Pemilahan | Pemilahan, Pembuatan EcoEnzym | Pemilahan |

Tabel 4. 2. Informasi 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman

| Nama Bank Sampah | Mawarcetan | Kangen | Sembada | Pemda Masteng Tengahan | Wilmandaru | Sumber Rejeki | Resik Becik | Pelita Jati |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Alamat Bank Sampah | Cetan, RT 07/RW 22 | Kadipuro, RT 03/RW 24, Sinduharjo, Ngaglik | Jetis, Donoasih, Donokerto, Turi | Tengahan, Sendangagung, Minggir, Sleman | Jln. Sanca karanguni, Caturtunggal | Jl. Mijil, Condongcatur | Kebitan, Sendangarum, Minggir | Balai Desa/Perum Jati Mas Blok T, No 19, RT 14/RW 22, Jalan Wates Km 8 |
| Jumlah Nasabah Aktif | 28 | 69 | 61 | 28 | 75 | 17 | 22 | 70 |
| Cakupan Pelayanan | Padukuhan (RT) | Padukuhan (RT) dan luar dusun | Padukuhan | Padukuhan (RT) | Padukuhan (RW) | Padukuhan (RT) | Padukuhan (RT) | Padukuhan (RT) |
| Jadwal Operasional | 5 minggu sekali | 1 bulan sekali | 1 minggu sekali untuk penyeteroran terbuka | 1 bulan sekali | 1 minggu sekali setiap hari selasa | 1 bulan sekali | 1 bulan sekali | 2 kali sebulan |
| Jenis Sampah yang diterima | Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca, Karet |
| Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir) | 439,2 | 221,31 | 446 | 141,1 | 285 | 464,5 | 380,73 | 632,7 |
| Metode pengolahan | Pemilahan |

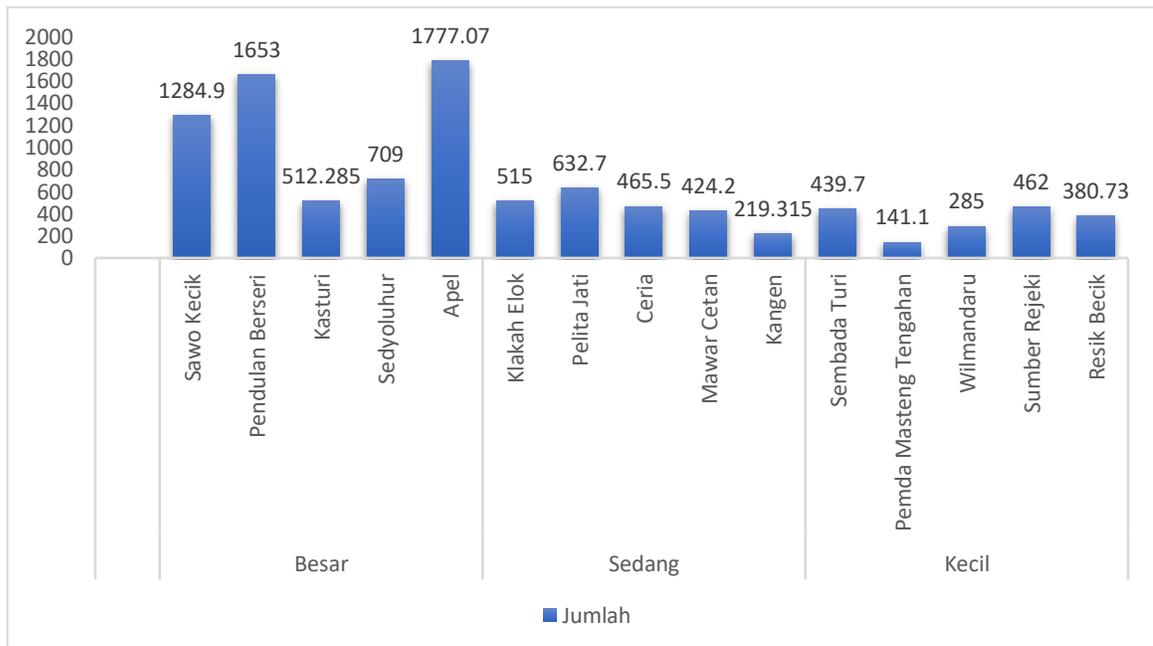
4.1.1 Timbulan dan Komposisi Sampah Bank Sampah di Kabupaten Sleman

Pada penelitian ini didapatkan berat sampah dari 15 sampel bank sampah untuk mengetahui pengaruh timbulan sampah terhadap aktivitas gas rumah kaca yang dihasilkan. Data yang didapatkan antara lain komposisi, jenis, dan berat sampah.

Merujuk pada Hendria. N.Z, dkk pada tahun 2023, berikut perhitungan komposisi sampah yang digunakan:

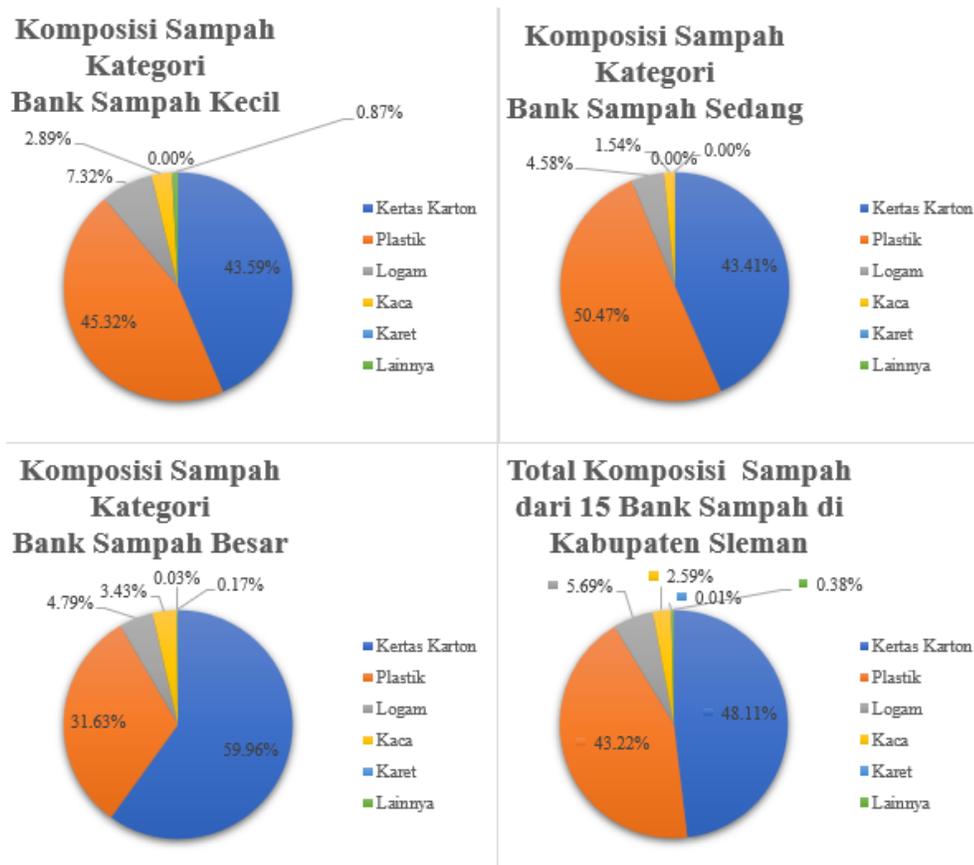
$$\text{Komposisi Sampah} = \frac{\text{Berat Komponen Sampah (kg)}}{\text{Berat Total Sampah yang diukur (kg)}} \times 100\%$$

Berdasarkan diagram batang, jumlah sampah terbanyak berasal dari bank sampah apel yang mana jika melihat data sebelumnya bank sampah apel memiliki nasabah terbanyak dari 14 sampah lainnya. Jumlah timbulan yang berbeda-beda dapat dipengaruhi oleh jumlah nasabah dan area pelayanan. Jika area pelayanan semakin luas maka akan menghasilkan jumlah nasabah juga yang semakin bertambah.



Gambar 4. 1. Grafik Jumlah Berat 15 Bank Sampah di Kabupaten Sleman

Pencatatan dari pengelola bank sampah terkait komposisi bank sampah dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain kertas/karton, plastik, logam, karet, kaca, dan lainnya. Komposisi dinyatakan dalam presentase (%) berat yang ditunjukkan pada gambar 4.2.

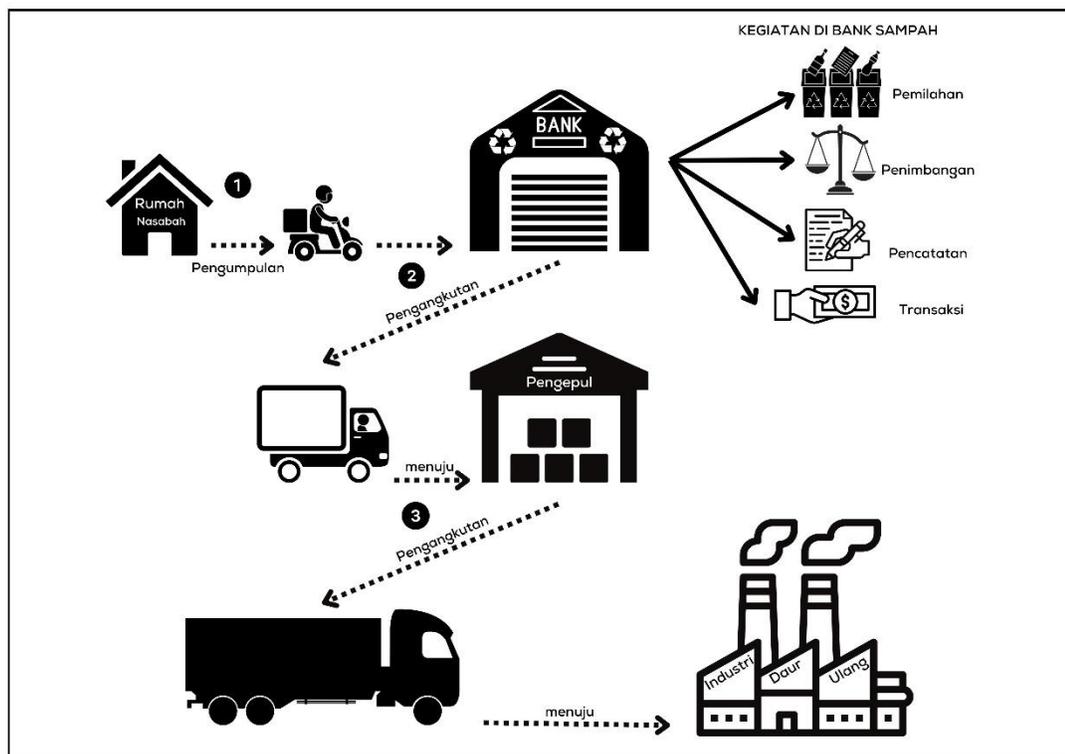


Gambar 4. 2. Kompisisi Sampah dari Kategori Kecil, Sedang, Besar, dan Total

Berdasarkan diagram pada gambar 4.2, komposisi sampah didominasi oleh sampah kertas karton dan dilanjutkan dengan sampah lastik, dan selanjutnya. Sampah kertas mendominasi karena Kusuma, ISH (2022) mengatakan jenis kertas ialah barang yang pasti digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kertas juga sudah menjadi kebutuhan dasar dalam bidang pekerjaan semacam administratif, contoh pada bidang

perkantoran, kertas menjadi bahan utama untuk mendukung berjalannya pekerjaan. walaupun aktivitas perkerjaan libur tetap terdapat beberapa jenis kertas yang digunakan setiap harinya.

4.2 Aktivitas Bank Sampah



Gambar 4. 3. Skema Aktivitas Bank Sampah

Hasil wawancara dengan pengelola bank sampah terhadap 15 sampel bank sampah di Kabupaten Sleman dapat diketahui bahwa rata-rata aktivitas bank sampah dari sumber sampah hingga berakhirnya sampah tersebut yaitu dimulai dari:

1) Pengumpulan oleh Nasabah Menuju Bank Sampah

Pengumpulan yang dilakukan oleh nasabah menggunakan kendaraan bermotor roda 2 yang menggunakan bahan bakar bensin (RON 92). Penggunaan bahan bakar ini menghasilkan emisi gas rumah kaca selama proses

aktivitas pengumpulan yang berdampak dalam peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan Dinitrogen Oksida (N₂O)

2) Pengangkutan dari Bank Sampah Menuju Pengepul

Kegiatan pengangkutan sampah dari bank sampah menuju pengepul merupakan tahap yang konsisten dilakukan dalam operasional bank sampah di Kabupaten Sleman. Hal tersebut konsisten dilakukan iapudaya untuk sampah supaya tidak menumpuk dan dapat dilanjutkan oleh pihak yang lebih mampu dalam mengolah berbagai jenis sampah. Pengepul dalam pengangkutannya biasanya menggunakan kendaraan roda 3, mobil pick up, atau truk. Kendaraan tersebut menggunakan bahan bakar fosil berupa bensin (RON 92) dan solar sebagai bahan bakar yang juga berpotensi menghasilkan gas rumah kaca.

Pada aktivitas pengepul terdapat aktivitas pemilahan untuk memisahkan sampah yang sesuai jenis sampah sebelum akan diolah kembali. Pemilahan lebih dalam dilakukan untuk mengoptimalkan proses daur ulang dari material sampah. Dari ke 7 pengepul yang didapat proses pemilahan masih menggunakan tenaga manual, sehingga tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Sampah yang sudah terpilah sangat detail sesuai dengan jenisnya, selanjutnya akan disetorkan oleh pengepul kepada industri daur ulang yang mampu mengolah sampah kembali sesuai jenis industrinya.

3) Pengangkutan dari Pengepul Menuju Industri Daur Ulang

Pengangkutan sampah lanjutan yang telah sampai di pengepul akan berakhir menuju Industri Daur Ulang, dimana industri tersebut dapat mengolah sampah yang masih layak pakai menjadi sesuatu hal yang bisa digunakan kembali oleh masyarakat. Pengangkutan sampah pengepul menuju industri daur ulang menggunakan kendaraan truk yang menggunakan bahan bakar solar yang juga menghasilkan emisi gas rumah kaca.

4.3 Potensi Emisi GRK dar Aktivitas Bank Sampah

4.3.1 Pegumpulan oleh Nasabah menuju Bank Sampah

a. Perhitungan CO₂

Perhitungan yang digunakan adalah rumus persamaan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006* untuk menghitung emisi gas rumah kaca dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil. Dari sampel 15 bank sampah sebagai salah satu contoh perhitungan penulis mengambil di bank sampah sedyoluhur dimana emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 10,89 kg CO₂/tahun dengan jumlah nasabah aktif 25 nasabah dan beroperasi 1 bulan sekali.

Perhitungan dilakukan dengan persamaan seperti pada Bab 3, langkah awal ialah:

- **Mencari jarak tempuh kendaraan tahunan** dengan persamaan :

Jarak Tempuh 1 Tahun = Jumlah Nasabah Aktif x Waktu Operasional dalam 1 Tahun x Jarak Tempuh

Jarak Tempuh 1 Tahun = 25 nasabah x 12 bulan x 2,75 km = 97,8 km

Tabel 4. 3. Mencari Jarak Tempuh Kendaraan Tahunan

| Alamat Nasabah | Jumlah Nasabah Aktif | Jumlah Waktu Operasional dalam 1 Tahun | Jarak Tempuh (Km) | Jarak Tempuh dalam 1 Tahun (Km) |
|----------------|----------------------|--|-------------------|---------------------------------|
| | a | b | c | d = (axbxc) |
| RW 27 | 13 | 12 | 0,05 | 7,8 |
| RW 28 | 5 | 12 | 0,2 | 12 |
| RW 29 | 5 | 12 | 0,5 | 30 |
| Diluar RW | 2 | 12 | 2 | 48 |
| Total | | | 2,75 | 97,8 |

Contoh Perhitungan Emisi CO₂:

- **Konsumsi BBM**

Konsumsi BBM (liter) = jarak tempuh 1 tahun (km) x rata-rata konsumsi bahan bakar (km/l)

$$\text{Konsumsi BBM jogotirto RW 27 (l)} = 97,8 \text{ (km)} \times 21,5 \text{ (km/l)} = 0,3627 \text{ l}$$

Karena faktor emisinya menggunakan Terajoule (TJ) maka perlu dilakukan konversi liter ke terajoule, maka:

- **Konversi Konsumsi BBM liter menjadi TeraJoule**

Konsumsi BBM (TJ) = Konsumsi BBM jogotirto RW 27 (l) x nilai kalor (TJ/l)

$$\text{Konsumsi BBM (TJ)} = 0,363 \text{ (l)} \times (33 \times 10^{-6}) \text{ (TJ/l)}$$

$$= 1,19721\text{E-}05 \text{ TJ}$$

Tabel 4. 4. Konsumsi BBM

| Alama Nasabah | Konsumsi BBM (liter) | Konsumsi BBM (TJ) |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------|
| | e = d / Rata-rata konsumsi BB | f = e x nilai kalor |
| RW 27 | 0.362790698 | 1.19721E-05 |
| RW 28 | 0.558139535 | 1.84186E-05 |
| RW 29 | 1.395348837 | 4.60465E-05 |
| Diluar RW | 2.23255814 | 7.36744E-05 |
| Total | 4.548837209 | 0.000150112 |

Perhitungan CO₂ sektor transportasi dilakukan dengan mengalikan rata-rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi.

Contoh perhitungan emisi CO₂ pada bank sampah sedyoluhur:

Diketahui:

- Rata-rata konsumsi bahan bakar di RW 27 Jogotirto = 1.19721E-05 TJ
- Faktor emisi = 72600 CO₂ (Kg/TJ)
- Perhitungan:

- **Perhitungan Emisi CO₂:**

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= \text{rata-rata konsumsi bahan (l)} \times \text{faktor emisi (kg/Tj)} \\ &= 0,00015 \text{ Tj} \times 72600 \text{ (kg/Tj)} = 0,86917 \text{ KgCO}_2\end{aligned}$$

- b. Perhitungan CH₄**

Dalam perhitungan emisi CH₄ secara prinsip sama dengan perhitungan untuk emisi CO₂ namun yang menjadi pembeda adalah nilai faktor emisi bahan bakar yang digunakan adalah faktor emisi bahan bakar untuk CH₄. Faktor emisi yang digunakan pada emisi CH₄ adalah faktor emisi default IPCC untuk bensin yaitu 25 kg CH₄/TJ. Dari 15 sampel bank sampah sebagai contoh perhitungan emisi CH₄ di Bank Sampah Sedyoluhur dari kegiatan pengumpulan sebesar 0,00495 CH₄/tahun. Berikut contoh perhitungan emisi CH₄ pada kegiatan pengumpulan di Bank Sampah Sedyoluhur:

- Rata-rata konsumsi bahan bakar di RW 27 Jogotirto = 0,00015 TJ
- Faktor emisi = 33 CH₄ (Kg/TJ)

- **Perhitungan Emisi CH₄:**

$$\begin{aligned}\text{Emisi CH}_4 &= \text{rata-rata konsumsi bahan bakar (l)} \times \text{faktor emisi (kg/Tj)} \\ &= 0,00015 \text{ TJ} \times 33 \text{ (kg/Tj)} = 0,00039 \text{ Kg.CH}_4\end{aligned}$$

- c. Perhitungan N₂O**

Parameter N₂O juga sama seperti CO₂ dan CH₄, yang memiliki prinsip-prinsip perhitungan yang sama namun dengan faktor emisi bahan bakar yang berbeda. Faktor emisi yang digunakan pada emisi N₂O adalah faktor emisi default IPCC untuk bensin yaitu 3,2 kg N₂O/TJ dan solar 3,9 kg N₂O /TJ. Dari 15 sampel bank sampah sebagai contoh perhitungan emisi N₂O di Bank Sampah Sedyoluhur dari kegiatan

pengumpulan sebesar 3,831 kg N₂O/tahun. Berikut contoh perhitungan emisi N₂O pada kegiatan pengumpulan di Bank Sampah Sedyoluhur:

- Rata-rata konsumsi bahan bakar di RW 27 Jogotirto = 0,00015 TJ
- Faktor emisi = 3,2 N₂O (Kg/TJ)

• **Perhitungan Emisi N₂O:**

$$\begin{aligned} \text{Emisi N}_2\text{O} &= \text{rata-rata konsumsi bahan bakar (l)} \times \text{faktor emisi (kg/Tj)} \\ &= 0,00015 \text{ Tj} \times 3,9 \text{ (kg/Tj)} = 3,83107\text{E-}05 \text{ Kg.N}_2\text{O} \end{aligned}$$

Tabel 4. 5. Rekap Hasil Emisi Nasabah hingga Bank Sampah

| Nasabah - Bank Sampah (kgCO ₂ eq/tahun) | | | | |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Kategori | Nama Bank Sampah | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Besar | Sawo Kecil | 1101,578 | 11,304 | 33,138 |
| | Pendulan Berseri | 989,521 | 10,154 | 29,767 |
| | Kasturi | 1187,425 | 12,185 | 35,721 |
| | Sedyoluhur | 21,796 | 0,224 | 0,656 |
| | Apel | 1046,218 | 10,736 | 31,473 |
| Sedang | Klakah Elok | 62,581 | 0,642 | 1,883 |
| | Pelita Jati | 157,254 | 1,614 | 4,731 |
| | Ceria | 137,998 | 1,869 | 1,661 |
| | Mawar Cetan | 20,218 | 0,207 | 0,608 |
| | Kangen | 67,394 | 0,692 | 2,027 |
| Kecil | Sembada Turi | 766,745 | 7,868 | 23,066 |
| | Pemda Masteng Tengahan | 57,499 | 0,590 | 1,730 |
| | Wilmandaru | 401,157 | 4,117 | 12,068 |
| | Sumber Rejeki | 9,895 | 0,102 | 0,298 |
| | Resik Becik | 37,976 | 0,390 | 1,142 |
| Total | | 6065,256 | 62,693 | 179,968 |

4.3.2 Pengangkutan dari Bank Sampah Menuju Pengepul

Perhitungan emisi gas rumah kaca dari aktivitas pengangkutan sampah dari bank sampah menuju gudang pengepul sama dengan metode pada persamaan nasabah menuju bank sampah. Namun perhitungan ini yang menjadi pembeda ialah kendaraan yang digunakan dan jarak tempuh yang akan digunakan untuk menentukan emisi yang dihasilkan dari transportasi berdasarkan bahan bakar yang digunakan. Pengangkutan

ini melibatkan kendaraan bermotor seperti pickup untuk sarana pengangkutan. Hasil perhitungan total emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dapat dilihat pada tabel (4.6)

Tabel 4. 6. Rekap Hasil Emisi Bank Sampah hingga Pengepul

| Bank Sampah - Pengepul (kgCO ₂ eq/tahun) | | | | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Kategori | Nama Bank Sampah | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Besar | Sawo Kecil | 60,448 | 0,620 | 1,818 |
| | Pendulan Berseri | 44,230 | 0,454 | 1,331 |
| | Kasturi | 62,659 | 0,643 | 1,885 |
| | Sedyoluhur | 33,910 | 0,348 | 1,020 |
| | Apel | 67,820 | 0,696 | 2,040 |
| Sedang | Klakah Elok | 50,865 | 0,522 | 1,530 |
| | Pelita Jati | 64,871 | 0,666 | 1,951 |
| | Ceria | 70,031 | 0,719 | 2,107 |
| | Mawar Cetan | 67,820 | 0,696 | 2,040 |
| | Kangen | 168,075 | 1,725 | 5,056 |
| Kecil | Sembada Turi | 91,409 | 0,938 | 2,750 |
| | Pemda Masteng Tengahan | 36,858 | 0,378 | 1,109 |
| | Wilmandaru | 103,204 | 1,059 | 3,105 |
| | Sumber Rejeki | 224,099 | 2,300 | 6,742 |
| | Resik Becik | 14,743 | 0,151 | 0,444 |
| Total | | 1161,042 | 11,914 | 34,927 |

4.3.3 Pengangkutan dari Pengepul Menuju Industri Daur Ulang

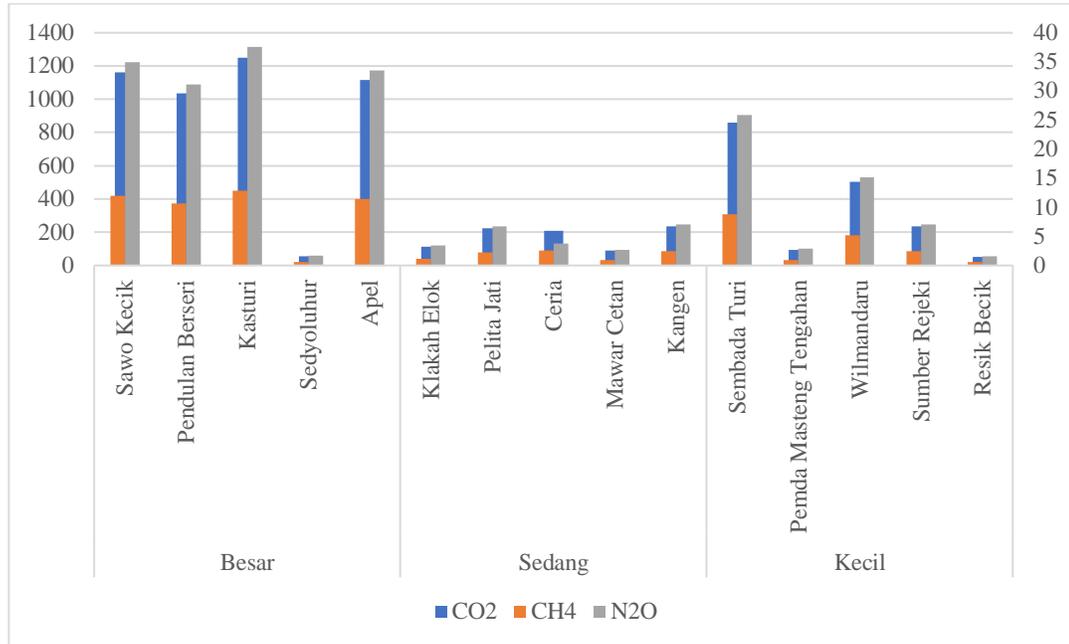
Proses pengangkutan ini juga menjadi salah satu aktivitas bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca, hanya saja pengepul merupakan supplier sebelum diolah oleh pihak yang berwenang seperti industri daur ulang. Pengepul dapat mengirim sampah kepada industri jika sampah yang terkumpul sudah sesuai jumlah berat sampah yang sudah disepakati kedua belah pihak. Jumlah yang disepakati biasanya sangat esar, maka pengangkutan dilakukan menggunakan transportasi truk dengan data lain mendukung seperti konsumsi bahan bakar, jarak tempuh, dan faktor emisi. Hasil perhitungan total emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dapat dilihat pada tabel (4.7)

Tabel 4. 7. Rekap Hasil Emisi Pengepul hingga Industri Daur Ulang

| Nama Pengepul | Emisi (Kg/CO ₂ eq) | | |
|------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Bapak Saiful | 14,743 | 0,151 | 0,444 |
| Pak Fauzan | 5130,339 | 8,171 | 74,859 |
| Ade Rosok | 524,485 | 0,819 | 7,502 |
| Rapel | 1535,583 | 2,398 | 21,965 |
| Pak Eko Jangkang | 3258,648 | 5,190 | 47,549 |
| Bu Ning Rosok | 524,485 | 0,819 | 7,502 |
| Pak Udin | 1448,407 | 2,262 | 20,718 |
| Total | 12436,689 | 19,810 | 180,540 |

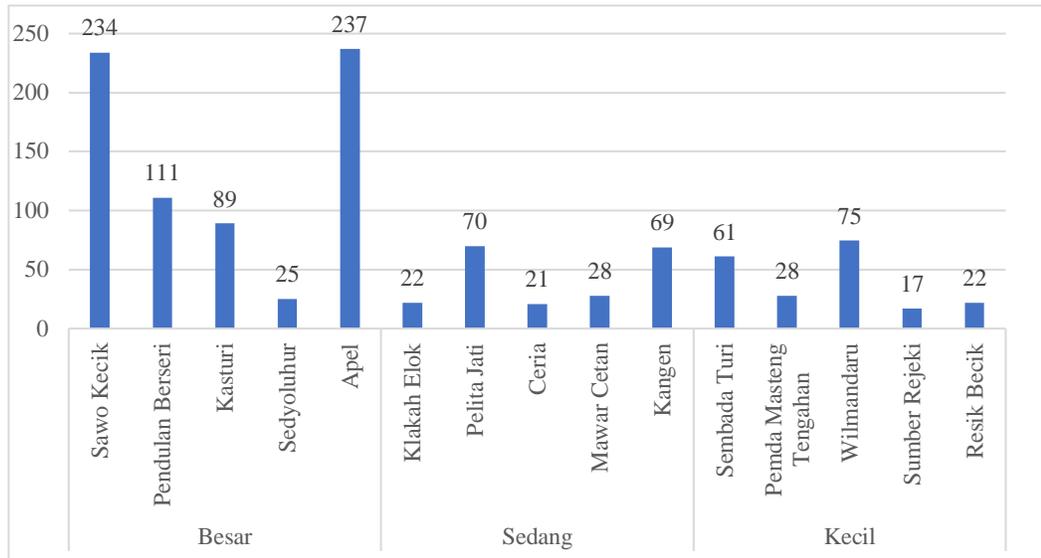
4.3.4. Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Gas Rumah Kaca

Diagram batang (gambar 4.4) menampilkan perbandingan emisi gas rumah kaca dari aktivitas pengumpulan oleh nasabah dan pengangkutan oleh pengepul, yang dapat diartikan bahwa bank sampah yang memiliki aktivitas emisi paling tinggi adalah bank sampah kasturi. CO₂ yang dihasilkan 1250,08 kgCO₂eq/tahun, CH₄ yang dihasilkan 74,60 kgCO₂eq/tahun, dan N₂O yang dihasilkan 214,89 kgCO₂eq/tahun. Hal tersebut disebabkan oleh faktor jarak tempuh nasabah yang cukup jauh dari lokasi bank sampah juga nasabah yang aktif dalam aktivitas pengumpulan berjumlah 89 nasabah, karena itu jarak yang jauh dan nasabah yang aktif menjadikan akumulasi dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca pada aktivitas pengumpulan. Namun jumlah emisi bank sampah terendah dimiliki oleh bank sampah resik becik dengan CO₂ yang dihasilkan 52,72 kgCO₂eq/tahun, CH₄ yang dihasilkan 0,54 kgCO₂eq/tahun, dan N₂O yang dihasilkan 1,58 kgCO₂eq/tahun. Hal tersebut disebabkan oleh jarak tempuh antara bank sampah dan pengepul yang dekat juga cakupan nasabah yang belum terlalu luas.

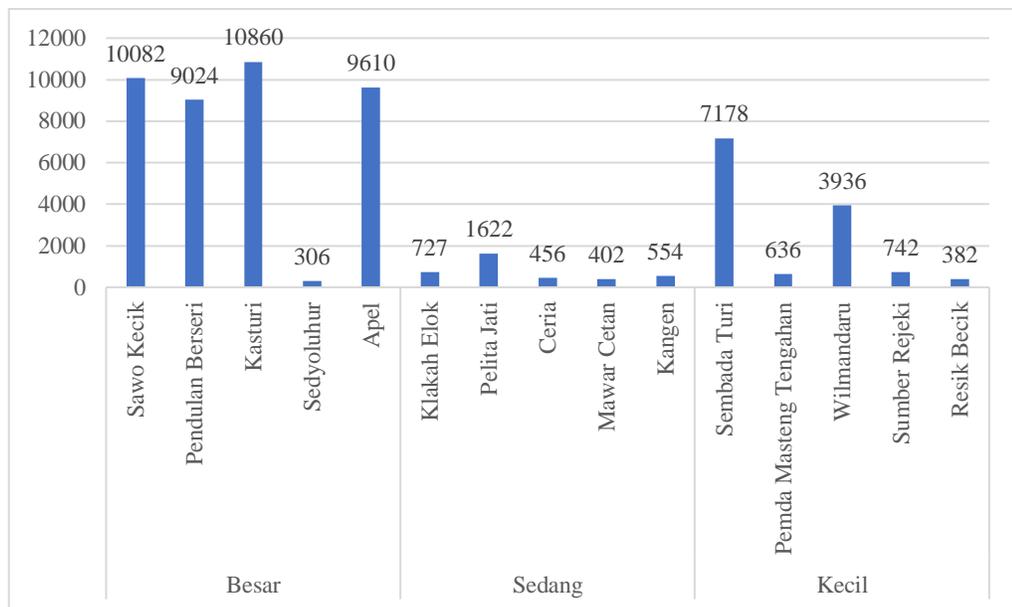


Gambar 4. 4. Grafik Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengumpulan oleh Nasabah dan Pengangkutan oleh Pengepul

Pada gambar 4.5 terlihat bahwa jumlah nasabah pada setiap bank sampah dapat mempengaruhi jumlah total emisi GRK yang dihasilkan dan juga disebabkan karena jadwal operasional pada setiap bank sampah. Pada gambar 4.6 tertampil bahwa jarak tempuh juga mempengaruhi total hasil emisi GRK. Total hasil emisi tertinggi oleh bank sampah kasturi karena jarak tempuh nasabah menuju bank sampah dan bank sampah menuju pengepul dengan total 10.860 km dalam satu tahun.

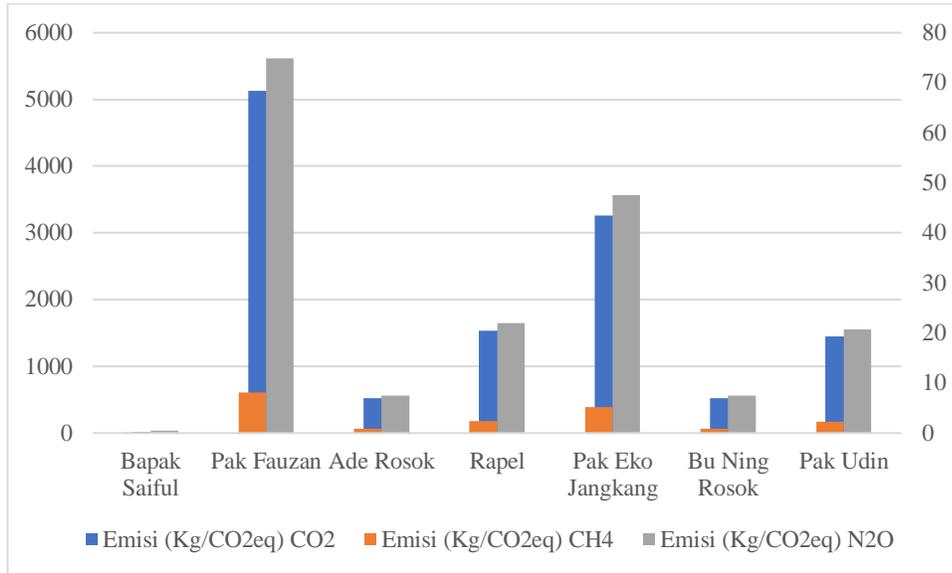


Gambar 4. 5. Grafik Jumlah Nasabah dari 15 Sampel Bank Sampah



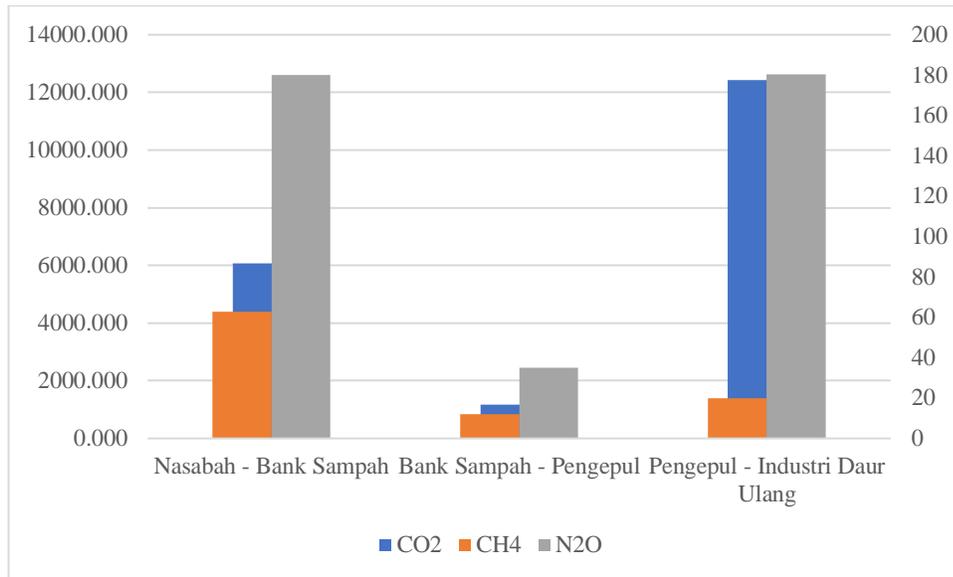
Gambar 4. 6. Grafik Total Jarak Tempuh Nasabah menuju Bank Sampah dan Bank Sampah Menuju Pengepul

Diagram batang (gambar 4.5) menampilkan perbandingan emisi gas rumah kaca antara aktivitas pengangkutan dari pengepul menuju industri daur ulang, bahwa pengepul Pak Fauzan menghasilkan gas emisi rumah kaca tertinggi yaitu CO₂ menghasilkan 5130,33 kgCO₂eq/tahun, CH₄ menghasilkan 8,17 kgCO₂eq/tahun, dan N₂O 74,85 kgCO₂eq/tahun. Sedangkan pengepul bapak Saiful menghasilkan emisi terendah yaitu CO₂ menghasilkan 14,74 kgCO₂eq/tahun, CH₄ menghasilkan 0,15 kgCO₂eq/tahun, dan N₂O menghasilkan 0,44 kgCO₂eq/tahun. Hal tersebut disebabkan oleh jarak tempuh yang berbeda, untuk pengepul Pak Fauzan memiliki kerjasama dengan industri daur ulang yang memiliki jarak tempuh cukup panjang atau jauh, berbeda dengan pengepul Pak Saiful yang mengirimkan sampahnya kepada industri daur ulang yang cukup dekat dekat lokasi keberadannya. Aktivitas pengangkutan dari pengepul menuju industry daur ulang menghasilkan emisi paling tinggi dari aktivitas bank sampah yang lain, hal ini dapat ditemukan solusi dengan membuat pengangkutan lebih tidak sering dari jadwal pengangkutan sebelumnya karena untuk meminimalisir hal emisi GRK yang dihasilkan.



Gambar 4. 7. Grafik Total Emisi GRK dari Aktivitas Pengangkutan Pengepul menuju Industri Daur Ulang

Diagram batang (gambar 4.8) menampilkan perbandingan total emisi gas rumah kaca dari aktivitas pengumpulan, pengangkutan oleh pengepul, dan pe pengangkutan oleh industri daur ulang. Dalam analisis ini, terlihat bahwa emisi gas rumah kaca dari nasabah menuju bank sampah yang ternyata lebih tinggi, hal tersebut diakibatkan karena nasabah yang menggunakan kendaraan bermotor saat melakukan penyetoran ke bank sampah.



Gambar 4. 8.Grafik Perbandingan 3 Aktivitas Bank Sampah yang Berpotensi Menghasilkan Emisi GRK

Maka, rerata emisi GRK setiap bank ialah 1343,523 kgCO₂eq/tahun dan total jumlah GRK pada sejumlah populasi bank sampah di Kabupaten Sleman:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah emisi GRK} &= \text{Jumlah populasi bank sampah} \times \text{Total rerata emisi} \\ &= 235 \times 1343,523 = 315.727 \text{ kgCO}_2\text{eq/tahun} \end{aligned}$$

Tabel 4. 8. Rerata Emisi GRK pada Aktivitas Bank Sampah

| Nama Aktivitas | Rata-Rata | | | Total |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | |
| Nasabah - Bank Sampah | 404,350 | 4,180 | 11,998 | 420,528 |
| Bank Sampah - Pengepul | 77,403 | 0,794 | 2,328 | 80,526 |
| Pengepul - Industri Daur Ulang | 829,113 | 1,321 | 12,036 | 842,469 |
| Total | 1310,866 | 6,294 | 26,362 | 1343,523 |

4.4 Perbandingan Aktivitas Diluar Bank Sampah

4.4.1 Sampah yang Dibakar Secara Terbuka (Open Burning)

Pembakaran terbuka salah satunya pembakaran sampah yang dilakukan secara terbuka dimana emisinya langsung menuju ke udara terbuka. Sampah

yang dibakar secara terbuka akan menghasilkan emisi GRK berupa CH₄, CO₂, dan N₂O.

Perhitungan emisi gas rumah kaca jika timbunan di bank sampah dibakar secara terbuka adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9. Total Timbunan Sampah dari Bank Sampah 1 Tahun

| Total Timbunan Sampah dari Bank Sampah (Gg/tahun) | | |
|--|------------------|--------------------------------|
| Jenis | Komposisi | Berat Sampah (Gg/Tahun) |
| Kertas/Karton | 48,107% | 0,019 |
| Plastik | 43,219% | 0,017 |
| Logam | 5,695% | 0,002 |
| Kaca | 2,589% | 0,001 |
| Karet | 0,780% | 0,000 |
| Lainnya (minyak jelantah) | 0,383% | 0,000 |
| Total (Gg/tahun) | | 0,040 |

- **Emisi CO₂**

Perhitungan emisi CO₂ dilakukan dengan persamaan:

$$Emisi\ CO_2 = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \frac{44}{12}$$

Diketahui:

- MSW = 0,040 Gg/tahun
- D_{mj} = 90%
- CF_j = 46%
- FCF_j = 0,01
- OF_j = 58% (nilai default IPCC)
- 44/12 = Faktor Konversi C ke CO₂
- J = Kertas/karton

Perhitungan:

$$Emisi CO_2 = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \frac{44}{12}$$

$$Emisi CO_2 = 0,040 \text{ Gg/thn} \sum_i (0,55 * 0,9 * 0,46 * 0,01 * 0,58) * 44/12$$

$$Emisi CO_2 = 0,000173 \text{ Gg } CO_2$$

- **Emisi CH₄**

Perhitungan emisi CH₄ dilakukan dengan persamaan:

$$Emisi CH_4 = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6}$$

Diketahui :

IWi = 0,044 Gg/tahun

EFi = 6500 g/ton (nilai default IPCC)

10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg

Perhitungan:

$$Emisi CH_4 = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6}$$

$$Emisi CH_4 = \sum \text{kertas/karton} (0,044 \times 6500) \times 10^{-6}$$

$$Emisi CH_4 = 0,000128 \text{ Gg } CH_4$$

- **Emisi N₂O**

Persamaan emisi N₂O dilakukan dengan persamaan:

$$Emisi N_2O = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6}$$

Diketahui :

IWi = 0,044 Gg/tahun

EFi = 150 Kg/Gg

10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg

Perhitungan:

$$Emisi N2O = \sum i (IWi \times EFi) \times 10^{-6}$$

$$Emisi N2O = \sum kertas/karton (0,044 \times 150) \times 10^{-6}$$

$$Emisi N2O = 0,000003 Gg N2O$$

Tabel 4. 10. Total Emisi GRK pada Skenario Pembakaran

| Jenis Aktivitas | Emisi (kg CO ₂ eq/tahun) | | |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Pembakaran | 28316,450 | 7217,407 | 1671,678 |

4.4.2 Penimbunan TPA

Emisi penimbunan sampah terdapat pada aktivitas pengangkutan menuju TPA yang beralamatkan di Piyungan, Kabupaten Bantul dan aktivitas landfilling. Nilai emisi gas rumah kaca yang dihitung ialah CO₂, CH₄ dan N₂O. kegiatan pengangkutan sampah diasumsikan dengan menggunakan jenis kendaraan mobil truk. Setiap kendaraan yang digunakan dalam pengangkutan memiliki emisi yang berasal dar pembakaran bahan bakar berupa diesel.

Berdasarkan data yang telah didapatkan, total emisi yang dihasilkan dari perjalanan menuju TPA mencapai 2106,513 kg.CO₂eq/tahun, 3,289 kg.CO₂eq/tahun, 30,131 kg.CO₂eq/tahun.

Perhitungan untuk emisi yang dihasilkan dari sampah yang ditimbun di TPA mengacu pada IPCC 2006 dalam pedomen penyelenggaraan invehtarisasi GRK nasional oleh KemenLHK, dalam menghitung emisi GRK landfill dapat menggunakan persamaan:

- Emisi CH₄

Contoh ini perhitungan emisi CH₄ dari penimbunan kertas/karton:

Diketahui:

$$W_i = 48,10\%$$

$$\begin{aligned} W &= 48,10\% \times \text{jumlah sampah} \\ &= 48,10\% \times 0,040 \\ &= 0,020 \text{ Gg} \end{aligned}$$

$$DOC_i = 40\%$$

$$\begin{aligned} DOC &= DOC_i \times W_i \\ &= 40\% \times 48,10\% \\ &= 0,192 \text{ Gg C/Gg Sampah} \end{aligned}$$

$$DOC_f = 0,5 \text{ (nilai default IPCC)}$$

$$MCF = 0,5$$

$$\begin{aligned} DDOC_m &= \text{massa DOC yang dapat terdekomposisi} \\ &= W \times DOC \times DOC_f \times MCF \\ &= 0,020 \text{ Gg} \times 0,192 \times 0,5 \times 0,5 \\ &= 0,00094 \text{ Gg/tahun} \end{aligned}$$

$$F = 0,5 \text{ (nilai default IPCC)}$$

$$OX = 0,1$$

$$\begin{aligned} CH_4 \text{ Generted} &= \text{Potensi pembentukan gas CH}_4 \\ &= DDOC_m \times F \times 16/12 \\ &= 0,00094 \times 0,5 \times 16/12 \\ &= 0,00062 \text{ Gg/tahun} \end{aligned}$$

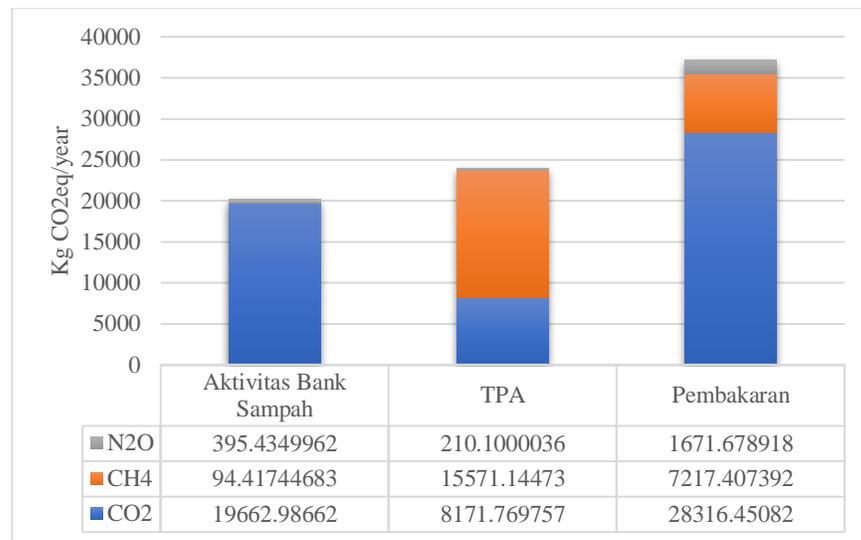
$$\text{Total Emisi CH}_4, \text{ Kg/tahun} = 629,84 \text{ Kg/tahun}$$

$$\text{Total Emisi CH}_4, \text{ Kg/tahun} = 17131,73 \text{ Kg.CO}_2\text{e/tahun}$$

Tabel 4. 11. Total Emisi GRK dari Skenario Penimbunan

| Jenis Aktivitas | Emisi (kg CO ₂ eq/tahun) | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Nasabah - Bank Sampah | 6042,023 | 62,744 | 17,469 |
| Bank Sampah - TPA Piyungan | 2106,513 | 3.,89 | 30,132 |
| Landfill | - | 17131,730 | - |
| Total | 8148,537 | 17197,763 | 209,601 |

4.5. Hasil Perbandingan 3 Skenario



Gambar 4. 9. Grafik Perbandingan Total Emisi 3 Skenario

Pada diagram batang (gambar 4.9) tertampil bahwa pembakaran oleh nasabah menghasilkan lebih banyak emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan aktivitas bank sampah dan penimbunan di TPA.

Pembarakan oleh nasabah masih sering dilakukan di daerah perumahan warga karena cara tersebut tidak membutuhkan biaya banyak dan mengwaktu yang singkat dalam memusanhkan sampah yang dihasilkan. Namun proses pembakaran yang tanpa pengendalian emsis dapat menyebabkan gas dan partikulat langsung disemisikan ke udara ambien yang menyebabkan aktivitas tersebut menghasilkan gas-gas seperti gas karbondioksida, metana,

karbonmonoksida. Potensi emisi gas metana dan gas karbon dioksida dari proses pembakaran sampah global adalah 4,5% dan 1% (Windinmyer dkk., 2014). Anifa E.M Dkk pada 2021 menyampaikan kandungan karbon fosil yang tinggi pada sampah plastik menyebabkan sampah plastic menjadi penyumbang tertinggi gas karbonmonoksida pada proses pembakaran terbuka.

Berdasarkan data total emisi GRK yang telah didapatkan dari aktivitas 15 sampel bank sampah di Kabupaten Sleman menghasilkan sebesar 20.512,83 kgCO₂eq/tahun, yang mana lebih kecil dibandingkan dengan skenario TPA dengan total emisi 25.555,90 kgCO₂eq/tahun dan lebih kecil pula dengan skenario pembakaran dengan total emisi 37.205,53 kgCO₂eq/tahun. Oleh sebab itu bahwa pengelolaan sampah melalui aktivitas bank sampah dapat mereduksi emisi GRK hingga 21% dari skenario apabila sampah yang dikelola bank sampah secara terbuka dan dapat mereduksi emisi GRK hingga 46% dari skenario apabila sampah yang dikelola bank sampah dilakukan penimbunan di TPA. Dapat disimpulkan yakni bank sampah merupakan cara pengelolaan sampah yang efektif dalam mereduksi emisi gas rumah kaca dibandingkan pengelolaan sampah pembakaran dan penimbunan di TPA dan juga dapat menjadi alternatif pengelolaan sampah yang mengurangi dampak lingkungan dari emisi gas rumah kaca.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Aktivitas operasional bank sampah yang memiliki potensi dalam menghasilkan gas rumah kaca ada pada aktivitas:
 - Pengumpulan sampah oleh nasabah menuju bank sampah
 - Pengangkutan sampah dari bank sampah menuju pengepul
 - Pengangkutan sampah dari pengepul menuju industri daur ulang

Aktivitas diatas berpotensi menghasilkann emsisi gas rumah kaca karena penggunaan kendaraan bermotor dengan bahan bakar fosil.

2. Total emisi yang dihasilkan dari 15 bank sampah pada aktivitas pengumpulan sampah oleh nasabah menuju bank sampah CO₂ sebesar 16902,1 Kg.CO₂eq/tahun, CH₄ sebesar 173,89 Kg.CO₂eq/tahun, N₂O sebesar 505,96 Kg.CO₂eq/tahun. Pada aktivitas dari bank sampah menuju pengepul menghasilkan emisi CO₂ sebesar 1264,24 Kg.CO₂eq/tahun, CH₄ sebesar 12,97 Kg.CO₂eq/tahun, N₂O sebesar 38,03 Kg.CO₂eq/tahun. Pada aktivitas pengangkutan dari pengepul menuju industri daur ulang menghasilkan emisi CO₂ sebesar 12436.68 Kg.CO₂eq/tahun, CH₄ sebesar 19,81 Kg.CO₂eq/tahun, N₂O sebesar 180,53 Kg.CO₂eq/tahun. Hasil total emisi terbesar disebabkan karena jarak tempuh yang dilakukan pada tiap aktivitas cukup panjang juga jauh dan penggunaan kendaraan bermotor yang digunakan membuat hassil emisi gas rumah kaca dihasilkan cukup besar.
3. Pada ketiga skenario menghasilkan gas emisi yang berbeda-beda, skenario aktivitas bank sampah menghasilkan total emisi 20.512,83

Kg.CO₂eq/tahun, skenario TPA menghasilkan emisi sebesar 25.555,90 Kg.CO₂eq/tahun, skenario pembakaran menghasilkan emisi 37205,53 Kg.CO₂eq/tahun. Berdasarkan hasil perbandingan estimasi emisi GRK dari masing-masing skenario, yaitu skenario pembakaran menghasilkan emisi GRK paling tinggi dibandingkan dengan kondisi eksisting (aktivitas bank sampah) dan skenario TPA. Dikarenakan pembakaran yang terdapat jenis sampah plastik yang mana dari proses pembakaran terdapat kandungan karbon fosil yang tinggi pada sampah plastik menyebabkan sampah plastik menjadi penyumbang tertinggi gas karbonmonoksida pada proses pembakaran terbuka. Oleh karena itu sistem pengelolaan sampah yang paling minim untuk menghasilkan emisi GRK adalah dengan program bank sampah.

5.2 Saran

1. Emisi gas rumah kaca akan lebih terminimalisir jika penggunaan kendaraan bermotor lebih diminimalisir terlebih jika jangkauan jarak antara keberadaan lokasi kita dan lokasi yang akan kita tidak terlalu jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Anifah, E. M., Rini, I. D. W. S., Hidayat, R., & Ridho, M. (2021). Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Kegiatan Pengelolaan Sampah Di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 17-33.
- Ariefahnoor, D., Hasanah, N., & Surya, A. (2020). Pengelolaan sampah Desa gudang tengah melalui manajemen bank sampah. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(1), 14-30.
- ARIYANI, S. F. (2018). EVALUASI PENGELOLAAN SAMPAH DI TPA PIYUNGAN KABUPATEN BANTUL.
- Darmanah, Garaika. (2019). Metode Penelitian. Lampung: CV. Hira Tech
- Data Jumlah Bank Sampah Sleman 2018.
https://dataalam.menlhk.go.id/sampah/2018/di_yogyakarta/kabupaten-sleman
[Diakses Pada: Juli 2022]
- Fantastis! Ini Jumlah Volume Sampah yang Dihasilkan Sleman Setiap Tahunnya.
https://jogjapolitan.harianjogja.com/read/2021/10/19/512/1085984/fantastis-ini_jumlah-volume-sampah-yang-dihasilkan-sleman-setiap-tahunnya
- Husna, A., & Indrawan, I. KAJIAN INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA (CH₄ DAN CO₂) DARI SAMPAH RUMAH TANGGA DI KECAMATAN MEDAN JOHOR DAN KECAMATAN MEDAH HELVETIA. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 8(2).
- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
Japan: IGES
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the sixth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Chane. Cambridge University Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup . 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventaris Gas Rumah Kaca Nasional. Metododologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca. Buku II. Volume 1. KLH Nomor:INV/KLH/290612
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan MENLHK RI. 2017.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2017 Tentang Baku Mutu Emisi Bagi Usaha dan /atau Kegiatan Industri Semen.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan MENLHK RI. 2021.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan MENLHK RI. 2021.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Kusuma, I. S. H. The Role of Tablet Computers in the Implementation of Paperless Office Peranan Komputer Tablet dalam Implementasi Kantor Tanpa Kertas.

Lelyani, N. K., Sariningsih, N. N. A., Lengur, C. F. M., Pratama, A. A. P. Y., & Putri, D. A. P. G. (2022). Digitalisasi Tata Kelola Bank Sampah Untuk Mendukung Desa Riang Gede sebagai Desa Sadar Sampah. *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3), 385-396.

Lina, R. A., Sutrisno, E., & Huboyo, H. S. (2016). Kajian emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄ dan N₂O) akibat aktivitas kendaraan (studi kasus area sukun dan terminal terboyo) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).

Linda, R. (2016). Pemberdayaan Ekonomi Kreatif Melalui Daur Ulang Sampah Plastik (studi kasus bank sampah berlian kelurahan tangkerang labuai). *Jurnal Al-Iqtishad*, 12(1), 1-19.

Lestari, J. A. (2017). Strategi adaptasi dan mitigasi penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) sektor transportasi dan sektor persampahan di Kota Batu. *Surabaya (ID). Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Masikki, N. M. DG. 2013. Analisis Prasarana Persampahan di Kota Luwuk. Tesis, Makassar: Universitas Hasanuddin.

Monitoring dan Evaluasi Bank Sampah

<https://lingkunganhidup.jogjakota.go.id/detail/index/334> [Diakses Pada: Juli 2022]

- Muziansyah, D. (2015). Model emisi gas buangan kendaraan bermotor akibat aktivitas transportasi (Studi kasus: Terminal Pasar bawah ramayana kota Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, 3(1), 57-70.
- Nindita, V. 2019. Estimasi Emisi N₂O dari Timbulan Sampah di Kampus 3 UPGRIS Semarang. Vol 5, No 2. Semarang
- Pemerintah Indonesia. 2008. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah
- Pravasanti, Y. A., & Ningsih, S. (2020). Bank sampah untuk peningkatan pendapatan ibu rumah tangga. *Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1).
- Purwanta, W. (2009). Penghitungan emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor sampah perkotaan di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(1), 1-8.
- Rina, E., Nirtha, I., & Riduan, R. (2020). ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR BANK SAMPAH MENGGUNAKAN PENDEKATAN WASTE REDUCTION MODEL (WARM) DI KELURAHAN SEKUMPUL MARTAPURA. *Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 3(2), 17-22.
- Sabella A dan Tim. 2017. Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dari Kegiatan Bank Sampah di Kabupaten Sleman dengan Metode IPCC. Yogyakarta.
- Saefullah, A. (2022). INOVASI DESAIN PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU YANG DIGUNAKAN UNTUK MENINGKATKAN NILAI ESTETIS DAN EKONOMIS PADA MASYARAKAT. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 1(3), 14-20.
- Saibah, B. R. A. M., Marlina, W. A., Faisal, R. F., Agestayani, A., Erizal, E., Susiana, S., ... & Jauharry, J. (2018). Pengelolaan dan pengolahan sampah pada masyarakat sekitar kampus 2 Unand, payakumbuh. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 1(4. b), 274-284.
- Sugiyono. (2007). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D, Bandung: alfabeta.
- Samiaji, T. (2010). Upaya mengurangi CO₂ di atmosfer. *Berita Dirgantara*, 10(3).

- Saputra, A., & Mulasari, S. A. (2013). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Usaha Pengepul Sampah di Kota Yogyakarta. *Universitas Ahmad Dahlan*. Diakses melalui <http://jurnal.fe.uad.ac.id/wp-content/upload/adi-saputra-surahma-asti-mulasari>. Pdf.
- Saputro, Y. E., Kismartini, K., & Syafrudin, S. (2016). Pengelolaan sampah berbasis masyarakat melalui bank sampah. *Indonesian Journal of Conservation*, 4(1).
- Suryani, A. S. (2014). Peran bank sampah dalam efektivitas pengelolaan sampah (studi kasus bank sampah Malang). *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 5(1), 71-84.
- Syahbandi, M., & KEWILAYAHAN, J. T. I. D. (2020). Kecenderungan Pemilihan Moda Kendaraan Pribadi dan Transportasi Publik Masyarakat Kota Tangerang Selatan. *Institut Teknologi Sumatera*.
- Thamrin, S., von Luepke, H., Haeruman, H., Lubis, M. S., Jinca, A., Sakamoto, K., ... & Lesilolo, L. (2011). Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Jakarta, Indonesia.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/> [Diakses Pada: Juni 2022]
- Tiarani, V. L., Sutrisno, E., & Huboyo, H. S. (2016). Kajian beban emisi pencemar udara (TSP, NOx, SO2, HC, CO) dan gas rumah kaca (CO2, CH4, N2O) sektor transportasi darat Kota Yogyakarta dengan metode tier 1 dan tier 2 (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Utami E dan Tim. 2019. Modernisasi Pengelolaan Keuangan dan Produk Bank Sampah. Vol 3, No 1. Yogyakarta
- Wahyudi, J. 2019. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model IPCC. Pati.
- Yuliana, D. K. (2017). Tingkat emisi gas rumah kaca di kabupaten indramayu. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 12(2), 1-10.

LAMPIRAN

1.1 Formulir Pendataan Aktivitas Bank Sampah Kab. Sleman

Lampiran 1.1 Formulir Kuisisioner

FORMULIR PENDATAAN OBSERVASI AKTIVITAS DI BANK SAMPAH DI KABUPATEN SLEMAN

| A. Identitas Bank Sampah | |
|---------------------------------|---|
| Lokasi Observasi | : |
| Nama Bank Sampah | : |
| Alamat | : |
| No.Telp | : |
| Tahun Berdiri | : |
| Jadwal Operasional | : |
| Waktu Observasi | : |

| B. Operasional Bank Sampah (Pengelola) |
|---|
| B1. Jumlah jenis sampah yang diterima? (<i>Angka</i>) |
| |
| B2. Apa saja jenis sampah yang diterima? |
| <input type="checkbox"/> Sisa makanan <input type="checkbox"/> Kayu/ranting <input type="checkbox"/> Kertas/karton <input type="checkbox"/> Plastik <input type="checkbox"/> Logam <input type="checkbox"/> Kain <input type="checkbox"/> Karet <input type="checkbox"/> Kulit <input type="checkbox"/> Lainnya__ |

| | | | | | | | | | | |
|---|--------|---------------------|----------------------|-----------------------|-------------|-----------|----------|---------------------|----------|-------------|
| B3. Berapa lama sampah disimpan di gudang bank sampah? | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 1 hari / langsung di hari tersebut / tidak disimpan <input type="checkbox"/> 1 minggu <input type="checkbox"/> 2 minggu <input type="checkbox"/> 1 bulan <input type="checkbox"/> Lainnya ____ | | | | | | | | | | |
| B4. Setelah menerima sampah, apa proses selanjutnya? | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| B5. Apakah bank sampah ini, menerima sampah organik? | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Iya <input type="checkbox"/> Tidak | | | | | | | | | | |
| B6. Jika iya B6, proses apa yang dilakukan di bank sampah? | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| B7. Rekap berat sampah selama 3 bulan terakhir. (kg/bulan/minggu) | | | | | | | | | | |
| Bulan | Minggu | Berat (Kg) | | | | | | | | |
| | | Jenis Sampah | | | | | | | | |
| | | Sisa makana n | Kayu/ rantin g | Kerta s/ karton | Plasti k | Loga m | Kai n | Kare t/ Kulit | Kac a | Lainny a |
| | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |

| C. Operasional Bank Sampah (Nasabah) |
|--|
| C1. Bagaimana cara menjadi nasabah di bank sampah? |
| |
| C2. Jumlah nasabah bank sampah hingga saat ini? |
| <input type="checkbox"/> < 30 <input type="checkbox"/> 30 – 60 <input type="checkbox"/> 61 – 90 <input type="checkbox"/> 91 – 120 <input type="checkbox"/> Lainnya __ |
| C3. Seberapa luas cakupan nasabah bank sampah disini? |
| <input type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/> RW <input type="checkbox"/> Padukuhan/Dusun <input type="checkbox"/> Kalurahan <input type="checkbox"/> Kapanewon <u>(catatan)</u> |
| C4. Apakah nasabah mengantar sampah atau dijemput? |
| <input type="checkbox"/> Nasabah datang ke bank sampah <input type="checkbox"/> Sampah nasabah dijemput oleh pihak bank sampah |
| C5. Apa jenis transportasi yang digunakan? (<i>rata-rata</i>) |
| |
| C6. Berapa jarak rata-rata nasabah menuju bank sampah? |

| |
|--|
| |
|--|

| D. Operasional Bank Sampah (Keterlibatan Pihak Lain) | |
|---|--|
| D1. Informasi Pengepul | |
| Pengepul 1 | |
| Nama Pengepul | |
| No. Telp Pengepul | |
| Alamat Pengepul | |
| Jenis Sampah yang Diangkut | |
| Pengepul 2 | |
| Nama Pengepul | |
| No. Telp Pengepul | |
| Alamat Pengepul | |
| Jenis Sampah yang Diangkut | |
| Pengepul 3 | |
| Nama Pengepul | |

| D. Operasional Bank Sampah (Keterlibatan Pihak Lain) | |
|--|--|
| No. Telp Pengepul | |
| Alamat Pengepul | |
| Jenis Sampah yang Diangkut | |
| D2. Apa alat pengangkut yang digunakan? | |
| <input type="checkbox"/> Roda 3 <input type="checkbox"/> Pick up <input type="checkbox"/> Truk Besar | |
| D3. Jenis bahan bakar yang digunakan? | |
| <input type="checkbox"/> Bensin <input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Lainnya ___ | |
| D4. Berapa jarak bank sampah ke gudang pengepul? | |
| _____ (Km) | |

**KUISIONER OBSERVASI AKTIVITAS DI BANK SAMPAH KABUPATEN
SLEMAN UNTUK PENGEpul**

| A. Identitas Pengepul | | |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Lokasi Observasi | Nama Pengepul | |
| | Alamat (lengkap hingga kapanewon) | |
| | No.Telp | |
| | Tahun Berdiri | |
| | Jadwal Operasional | |

| B. Operasional Pengepul |
|--|
| B1. Apa jenis sampah yang diterima? |
| |
| B2. Apakah sampah yang telah terkumpul, akan diolah sendiri atau dikirimkan ke pengelola pihak ketiga? |
| <input type="checkbox"/> Diolah sendiri <input type="checkbox"/> Dikirim ke pengelola pihak ketiga |
| B3. Jika dikelola sendiri, apa saja mesin yang digunakan dan spesifikasinya? |
| <ul style="list-style-type: none"> - Mesin 1 / Spesifikasinya: - Mesin 2 / Spesifikasinya: - Mesin 3 / Spesifikasinya: - Dst |

| |
|---|
| |
| B4. Jika dikelola pihak lain, kemana mengirim pengelolanya? |
| Pengelola 1 |
| Nama pengelola : |
| Alamat pengelola : |
| Jenis sampah yang diterima : |
| Berapa lama pengiriman : |
| Spesifikasi alat yang digunakan : |
| Pengelola 2 |
| Nama pengelola : |
| Alamat pengelola : |
| Jenis sampah yang diterima : |

| |
|--------------------------------------|
| Berapa lama pengiriman : |
| Spesifikasi alat yang digunakan : |
| Pengelola 3 |
| Nama pengelola : |
| Alamat pengelola : |
| Jenis sampah yang diterima : |
| Berapa lama pengiriman : |
| Spesifikasi alat yang digunakan : |

**KUISIONER OBSERVASI AKTIVITAS DI BANK SAMPAH KABUPATEN
SLEMAN UNTUK PENGEPUL**

| A. Identitas Pengepul | | |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Lokasi Observasi | Nama Pengepul | |
| | Alamat (lengkap hingga kapanewon) | |
| | No.Telp | |
| | Tahun Berdiri | |
| | Jadwal Operasional | |

| B. Operasional Pengepul |
|--|
| B1. Apa jenis sampah yang diterima? |
| |
| B2. Apakah sampah yang telah terkumpul, akan diolah sendiri atau dikirimkan ke pengelola pihak ketiga? |
| <input type="checkbox"/> Diolah sendiri <input type="checkbox"/> Dikirim ke pengelola pihak ketiga |
| B3. Jika dikelola sendiri, apa saja mesin yang digunakan dan spesifikasinya? |
| <ul style="list-style-type: none"> - Mesin 1 / Spesifikasinya: - Mesin 2 / Spesifikasinya: - Mesin 3 / Spesifikasinya: - Dst |

| |
|---|
| |
| B4. Jika dikelola pihak lain, kemana mengirim pengelolanya? |
| Pengelola 1 |
| Nama pengelola : |
| Alamat pengelola : |
| Jenis sampah yang diterima : |
| Berapa lama pengiriman : |
| Spesifikasi alat yang digunakan : |
| Pengelola 2 |
| Nama pengelola : |
| Alamat pengelola : |
| Jenis sampah yang diterima : |

| |
|--------------------------------------|
| Berapa lama pengiriman : |
| Spesifikasi alat yang digunakan : |
| Pengelola 3 |
| Nama pengelola : |
| Alamat pengelola : |
| Jenis sampah yang diterima : |
| Berapa lama pengiriman : |
| Spesifikasi alat yang digunakan : |

Riwayat Hidup



Penulis lahir di Kabupaten Magetan pada tanggal 25 Januari 2001 dari pasangan kedua orangtuanya. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan di SMPIT Abu Bakar Yogyakarta pada tahun 2016 dan juga untuk SMAIT Abu Bakar Yogyakarta pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Islam Indonesia dan mengambil program studi Teknik Lingkungan di fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Selama masa perkuliahan penulis berpartisipasi dalam berbagai kepanitiaan dan organisasi diantaranya ospek jurusan Lintas Lingkungan (2020) dan acara jurusan (2023). Penulis juga menjabat sebagai anggota di aktivitas luar kampus yang bergerak dalam bidang social kegamaan pada periode 2019-2023.

Selain berkegiatan di kepanitiaan, penulis juga mengikuti kerja praktik selama masa studinya. Pada tahun 2022, penulis mengikuti kerja praktik (KP) di PT. Pertamina Patra Niaga Semarang sebagai HSE intern selama satu bulan.